

# Modèles d'équilibre et de déséquilibre dans les théories contemporaines des cycles

**Pierre-Alain Muet,**

*Directeur du Département d'économétrie*

*Cet article examine les apports des modèles de déséquilibre et d'équilibre à la compréhension des fluctuations économiques. Dans les modèles de déséquilibre, les rigidités des prix et des salaires à court terme engendrent des réactions des quantités aux déséquilibres du marché qui sont à l'origine des fluctuations économiques. L'accumulation du capital joue, à travers le multiplicateur-accélérateur, un rôle fondamental dans le cycle économique, comme l'illustrent à la fois l'étude de la dynamique des modèles macroéconométriques et l'adéquation de ce modèle simple avec la décomposition du cycle perçu comme écart à la tendance. Les dynamiques de type prix-quantité, c'est-à-dire la réponse des prix, des salaires et du taux d'intérêt aux déséquilibres des marchés et leur rétroaction sur la demande constituent les autres composantes des dynamiques de déséquilibre.*

*Au milieu des années soixante-dix s'est développée une théorie des fluctuations fondée sur l'hypothèse que les marchés restaient en permanence à l'équilibre. Dans les premiers modèles de la nouvelle école classique, les écarts à la situation d'équilibre stationnaire résultaient de chocs nominaux non anticipés qui avaient de ce fait des effets réels transitoires. Mais les développements les plus originaux de l'application de l'hypothèse d'anticipations rationnelles aux théories du cycle concernent l'existence de bulles rationnelles et le fait de des phénomènes extra-économiques (« taches solaires ») puissent influencer les fluctuations économiques.*

*La plus récente réincarnation des modèles d'équilibre, la théorie des cycles réels, interprète les fluctuations économiques comme la réaction optimale des agents à des chocs technologiques. Son intérêt nous paraît résider essentiellement dans le renouveau qu'elle a suscité dans la méthodologie. Nous en résumons les mécanismes économiques par l'histoire de Robinson Crusoé. Que se passe-t-il si les noix de coco sont plus abondantes aujourd'hui ? Si le choc est temporaire, Robinson a intérêt à investir (utiliser les noix pour planter des cocotiers) afin de consommer plus demain. Son impact est en*

*revanche ambigu sur le travail de Robinson : l'augmentation de richesse lui permet de consommer plus aujourd'hui en travaillant moins, mais il a aussi intérêt à travailler plus aujourd'hui, puisque la cueillette est aisée, et moins demain où elle sera plus difficile. Si ce second effet l'emporte, l'investissement, la consommation et l'emploi fluctueront en phase avec la production, dans l'île, et donc dans l'économie réelle. En particulier, le chômage (loisir de Robinson) diminuera dans les phases d'expansion et augmentera dans les phases de récession, pour le plus grand bonheur de Robinson. Si ces modèles arrivent à reproduire les fluctuations des principales grandeurs macroéconomiques, c'est en grande partie parce que la variable qui sert généralement à mesurer les chocs technologiques, le « résidu de Solow », reflète très largement les fluctuations de la demande.*

*La conclusion plaide pour une approche non mécaniste des fluctuations économiques qui peuvent résulter aussi bien de chocs de demande (dans les années soixante) que de chocs d'offre (dans les années soixante-dix et quatre-vingt) et conduire de ce fait à des dynamiques contrastées.*

## **Tendance et cycles : une introduction**

La décomposition traditionnelle de l'évolution des séries économiques en tendance et fluctuations autour de la tendance a des origines à la fois empiriques et théoriques. La plupart des séries économiques sont en effet non stationnaires : leur moyenne et généralement leur variance croissent au cours du temps, le plus souvent de façon exponentielle. Cette distinction entre tendance et cycle coïncide avec la théorie économique traditionnelle pour laquelle la tendance reflète la croissance d'une économie à l'équilibre (c'est-à-dire fondamentalement d'une économie où les marchés des biens et du travail sont équilibrés), tandis que les cycles ou fluctuations représentent la dynamique des déséquilibres autour de cette tendance.

### **Tendance et cycles**

Considérons par exemple la production  $Q_t$ . Supposons qu'elle soit égale à l'unité à la date  $t = 0$  et qu'elle croisse en longue période à un taux constant  $g$ . Si  $q_t$  est le logarithme de la production, nous pouvons exprimer cette propriété de deux façons :

— cycle stochastique autour d'une tendance déterministe :

$$(1) \quad q_t = g \cdot t + u_t \quad u_t \text{ processus stationnaire}$$

— série stationnaire en différence première :

$$(2) \quad q_t - q_{t-1} = g + v_t \quad v_t \text{ processus stationnaire}$$

Dans le premier cas, la série  $q_t$  suit un cycle stochastique autour d'une tendance déterministe (taux de croissance constant égal à  $g$ ). Tout choc aléatoire (par exemple un choc unitaire à la date 0) va entraîner des fluctuations autour de la tendance, sans affecter le sentier de croissance à long terme. Le cycle est représenté par le processus stationnaire  $u_t$  (voir encadré 1), c'est-à-dire par un processus aléatoire de moyenne nulle ( $E(u_t) = 0$ ) et dont la variance et les covariances, c'est-à-dire les corrélations entre les réalisations du processus à différentes dates, sont indépendantes du temps.

Si, au contraire, la série  $q_t$  est stationnaire en différence première (à un terme constant près  $g$ ), un choc unitaire à la date 0 conservera un effet durable et il n'y aura plus de séparation entre tendance et cycle. En résolvant l'itération, le second modèle s'écrit en effet :

$$(2\text{bis}) \quad q_t = \underbrace{g \cdot t}_{\text{Tendance déterministe}} + \underbrace{(v_0 + v_1 + \dots + v_t)}_{\text{Tendance et cycle stochastiques}}$$

Ce second modèle possède bien une tendance déterministe qui augmente au taux  $g$ , mais le terme aléatoire n'est plus un processus stationnaire. Sa moyenne est nulle, mais sa variance n'est pas finie. Si, par exemple,  $v_t$  est un bruit blanc, le terme stochastique est une marche aléatoire et, au cours du temps,  $q_t$  s'éloigne indéfiniment de la tendance déterministe. En fait, les deux modèles diffèrent uniquement par les hypothèses relatives au processus stochastique. Dans le premier cas, l'écart à la tendance est stationnaire et ne possède pas de racine unitaire. Dans le second cas, l'écart à la tendance possède une racine unitaire, ou encore est intégré d'ordre 1 (le coefficient d'autocorrélation est égal à l'unité).

### Modèle dynamique et cycles

Un modèle dynamique est une relation entre une variable endogène  $x_t$ , les valeurs retardées de cette variable endogène, et les valeurs instantanées et retardées des variables exogènes. Si nous regroupons ces dernières dans une variable  $e_t$ , le modèle dynamique s'écrit :

$$(3) \quad x_t = (a_1 x_{t-1} + \dots + a_n x_{t-n}) + e_t$$

où  $e_t$  représente la composante exogène (déterministe ou stochastique) de la dynamique. Dans le cas présent où le modèle comporte  $n$  valeurs retardées de la variable endogène  $x$ , il est dit d'ordre  $n$ .

## 1. Processus stationnaires, intégration

### a) Processus stationnaire

Un processus aléatoire  $x_t$  est dit stationnaire (du second ordre) si son espérance mathématique et sa variance sont finies et les covariances sont indépendantes du temps :

$$x_t \text{ stationnaire} \begin{cases} E(x_t) = m & \text{et } v(x_t) = \sigma^2 & \forall t \\ \text{et } \text{cov}(x_t, x_{t+h}) = \gamma_h & \forall h \end{cases}$$

### b) Représentation de Wold

Tout processus stationnaire peut se représenter sous la forme d'une moyenne mobile infinie d'un bruit blanc ( $\varepsilon_t$  de moyenne nulle, sans corrélation temporelle) :

$$(1) \quad x_t = m + B(L)\varepsilon_t \quad \text{avec } A(L) = a_0 + a_1 L + \dots + a_n L^n + \dots$$

(L opérateur de décalage :  $Lx_t = x_{t-1}$ ,  $L^n x_t = x_{t-n}$ )

### c) Processus ARMA (AutoRegressive Moving Average)

Un processus ARMA ou processus Autorégressif Moyenne Mobile est un processus stationnaire de la forme :

$$(2) \quad A(L)x_t = m + B(L)\varepsilon_t \quad \text{où } \varepsilon_t \text{ est un bruit blanc}$$

$A(L)$  de degré  $p$  ;  $B(L)$  de degré  $q$  : ARMA ( $p, q$ )

$x_t$  étant stationnaire, les racines de  $A(L)$  et  $B(L)$  sont à l'extérieur du cercle unité.

Par exemple, le processus autorégressif du premier ordre :

$$(3) \quad (1 - \lambda L)x_t = \varepsilon_t \quad 0 \leq \lambda \leq 1$$

conduit à la forme moyenne mobile (distribution géométrique) :

$$(4) \quad x_t = \frac{\varepsilon_t}{1 - \lambda L} = (1 + \lambda L + \lambda^2 L^2 + \dots + \lambda^n L^n + \dots)\varepsilon_t$$

### d) Tendances et cycle (série non stationnaire)

• Tendances déterministe

$$(5) \quad x_t = g \cdot t + u_t \quad u_t \text{ stationnaire } v(u_t) = \sigma^2$$

$$E(x_t) = g \cdot t \quad v(x_t) = v(u_t) = \sigma^2$$

- Série stationnaire en différence première

Notons  $\Delta$  l'opérateur différenciation :  $\Delta x_t = (1 - L)x_t = x_t - x_{t-1}$

$$(6) \quad \Delta x_t = g + u_t \quad u_t \text{ stationnaire} \quad v(u_t) = \sigma^2$$

En supposant que le processus débute à la date 0 :

$$(7) \quad x_t = x_0 + g \cdot t + \sum_{i=1}^t u_i$$

*Tendance déterministe*
*Tendance et cycle stochastiques*

Si, par exemple,  $u_t$  est un bruit blanc :

$$E(x_t) = x_0 + g \cdot t \quad v(x_t) = t \cdot \sigma^2$$

e) *Processus ARIMA, processus intégré d'ordre d*

- Un processus intégré d'ordre d est un processus qui peut être rendu stationnaire par différenciation :

$$x_t \sim I(d) \quad \text{si} \quad \Delta^d x_t = (1 - L)^d x_t \text{ est stationnaire}$$

- $x_t$  est un processus ARIMA (p, d, q) si  $\Delta^d x_t$  est un ARMA (p, q) stationnaire.

- Par exemple, si dans la relation (2), le polynôme  $A(L)$  a (d) racines unités :

$$A(L) = (1 - L)^d P(L)$$

le processus correspondant est un ARIMA (p - d, d, q), car il s'écrit :

$$(8) \quad P(L) \Delta^d x_t = m + B(L)\varepsilon_t$$

f) *Relation de cointégration*

Soient deux processus  $x_t$  et  $y_t$  intégrés d'ordre 1. De façon générale une combinaison linéaire de  $x_t$  et  $y_t$  sera intégrée d'ordre 1. S'il existe une combinaison linéaire stationnaire ( $y_t - \alpha x_t$ ), on dit alors que les processus  $x_t$  et  $y_t$  sont cointégrés d'ordre 1. Les deux séries ont alors une tendance commune (stochastique et/ou déterministe)

La solution stationnaire du modèle s'obtient en supposant  $e$  et  $x$  constants (dans le cas où  $e$  et  $x$  ont une même tendance déterministe, par exemple croissent tous les deux au taux  $g$ , le modèle précédent s'applique mais  $e$  et  $x$  représentent les grandeurs déflatées de la tendance et les coefficients  $a_i$  doivent être modifiés en conséquence). La solution stationnaire est donc :

$$(4) \quad x = \frac{e}{(1 - a_1 - a_2 - \dots - a_n)}$$

Pour caractériser la dynamique du modèle, il faut étudier la valeur des racines ( $r$ ) de l'équation caractéristique :

$$(5) \quad r^n - a_1 r^{n-1} - \dots - a_{n-1} r - a_n = 0$$

Le modèle est stable lorsque toutes les racines de l'équation 5 sont de module inférieur à 1 et instable si certaines racines sont de module supérieur à l'unité. La dynamique est monotone si les racines sont toutes positives ; elle est cyclique lorsque des racines sont négatives ou complexes. Dans le cas le plus simple où le modèle est du premier ordre :

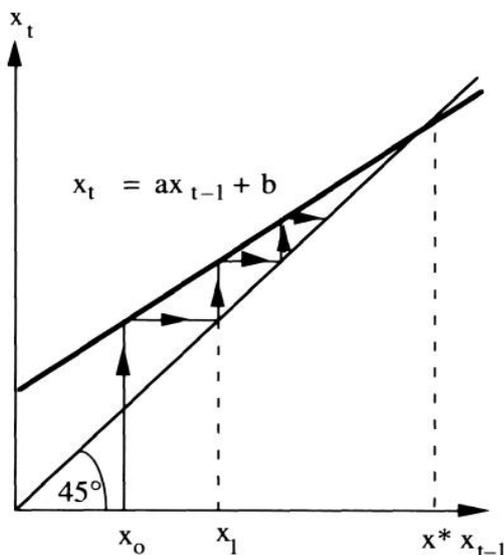
$$(3bis) \quad x_t = a x_{t-1} + e_t$$

sa dynamique peut être aisément caractérisée graphiquement selon la valeur de  $r = a$  (figure 1).

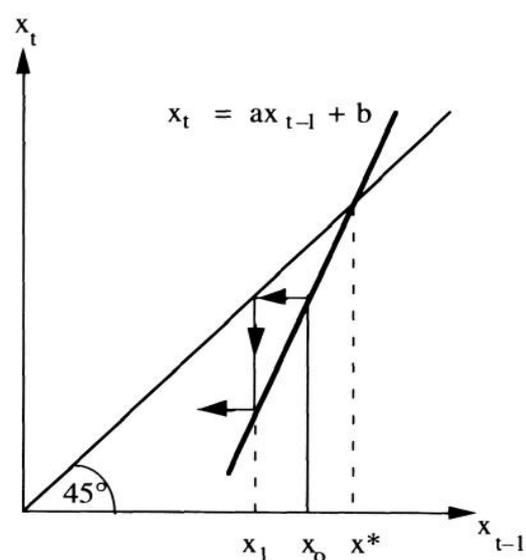
Figure 1 : Solution des équations aux différences du premier ordre

$$x_t = ax_{t-1} + b$$

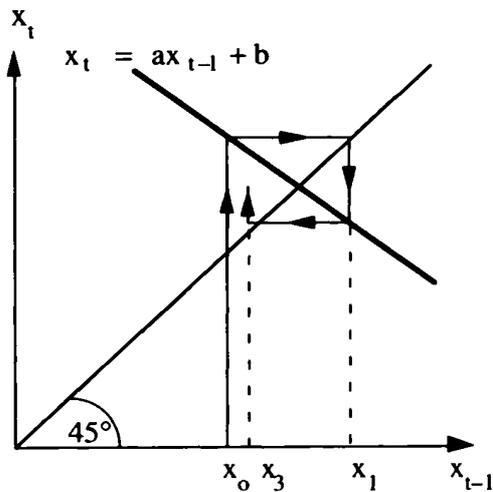
a) Convergence monotone  $0 < a < 1$



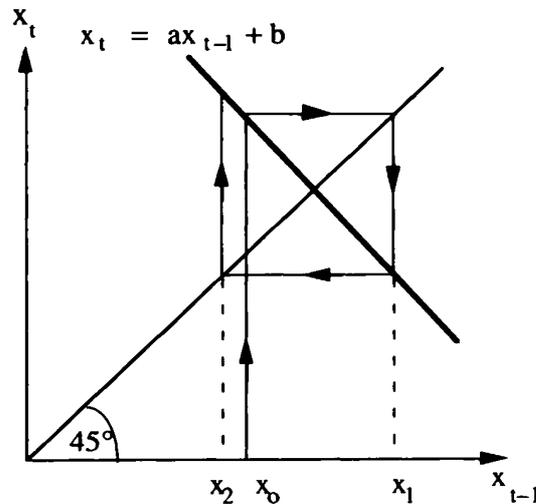
b) Divergence monotone  $a > 1$



c) Convergence cyclique  $-1 < a < 0$



d) Divergence cyclique  $a < -1$



Un modèle autorégressif du second ordre conduit à une dynamique plus riche, puisque, lorsque les racines sont complexes, l'évolution de la variable  $x_t$  est une sinusoïde (amortie ou explosive selon que le module des racines est inférieur ou supérieur à l'unité).

### Un exemple

Il est souvent difficile de trancher entre une représentation du cycle sous la forme d'un écart à une tendance déterministe et un processus stationnaire en différence première (voir notamment Campbell et Mankin [1987]). L'exemple suivant, emprunté à Blanchard et Fischer [1990], montre que les deux modèles donnent des ajustements équivalents pour le PNB trimestriel américain ( $q_t$  en logarithme) sur la période 1947-1987. Le premier exprime l'écart à la tendance par un modèle ARMA(2,2) :

$$(6) \quad q_t = 1,31q_{t-1} - 0,42q_{t-2} + u_t - 0,06u_{t-1} + 0,25u_{t-2}$$

où  $u_t$  est « un bruit blanc ». Le second est un modèle ARIMA(1,1,2), c'est-à-dire que le PNB a une racine unitaire et que son taux de croissance suit un processus ARMA(1,2) :

$$(7) \quad \Delta q_t = g + 0,2\Delta q_{t-1} + u_t + 0,08u_{t-1} + 0,24u_{t-2}$$

Les deux modèles décrivent les fluctuations du PIB américain avec une erreur de 1 %. Le modèle (7) peut s'écrire sous la forme suivante (7bis), qui traduit une dynamique à court terme, proche de celle du modèle (6) :

$$(7bis) \quad q_t = g + 1,2q_{t-1} - 0,2q_{t-2} + u_t + 0,08u_{t-1} + 0,24u_{t-2}$$

Mais les effets à long terme d'un choc aléatoire ponctuel ( $u_0 > 0$  et  $u_t = 0$  si  $t > 0$ ) sont très différents. Dans le premier modèle (6), cet effet disparaît ; dans le second (7) la production s'écarte durablement de la tendance d'une valeur ( $u_0/0,8$ ).

Nous allons voir dans la section suivante, que le multiplicateur-accélérateur conduit à un modèle autorégressif du second ordre qui a précisément le type de caractéristique cyclique de la relation (6).

### Une autre décomposition tendance-cycle

Hodrick et Prescott [1980] proposent une décomposition entre tendance et cycle, utilisée depuis longtemps dans d'autres disciplines scientifiques, et fondée sur la minimisation de la fonction suivante (les grandeurs sont en logarithme) :

$$\text{Min}_{\tilde{q}_t} \left\{ \underbrace{\sum_{t=1}^n (q_t - \tilde{q}_t)^2}_{\text{Ecart à la tendance}} + \lambda \sum_{t=3}^n \underbrace{\left[ (\tilde{q}_t - \tilde{q}_{t-1}) - (\tilde{q}_{t-1} - \tilde{q}_{t-2}) \right]^2}_{\text{Variation du taux de croissance de la tendance}} \right\}$$

où  $q_t$  est la série observée et  $\tilde{q}_t$  la tendance. Le premier terme de la minimisation correspond à la variance de la composante cyclique (l'écart entre la grandeur observée et la tendance), le second à la variance de la variation du taux de croissance ( $\tilde{q}_t - \tilde{q}_{t-1}$ ) de la tendance. On voit que lorsque  $\lambda$  est proche de 0, la tendance épouse les fluctuations de la série observée, tandis que lorsque  $\lambda$  tend vers l'infini, la tendance correspond à un taux de croissance constant. L'avantage de cette décomposition est sa souplesse, l'inconvénient est le relatif arbitraire avec lequel on distingue la tendance et le cycle. Pour des séries trimestrielles, les auteurs choisissent pour  $\lambda$  la valeur 1600 qui correspond, si les écarts à la tendance (composante cyclique) et les variations du taux de croissance de la tendance sont des distributions normales indépendantes, à des variations cycliques de 5 % et à des variations du taux de croissance de 1/8 de point :

$$\lambda = (5)^2 / (1/8)^2 = 1600$$

## Modèles de déséquilibre

L'accumulation du capital joue un rôle fondamental dans la dynamique du déséquilibre puisque l'investissement est à la fois la composante essentielle de l'offre et la composante la plus volatile de la demande. Cette dynamique des déséquilibres engendrés par l'accumulation du capital — résumée depuis Hicks et Samuelson par le traditionnel multiplicateur-accélérateur — constitue l'un des aspects les plus importants du cycle économique, comme le font apparaître à la fois l'étude de la dynamique des modèles macroéconomiques empiriques, et l'adéquation de ce modèle simple avec la décomposition de la stationnarité du cycle perçu comme écart à la tendance.

La dynamique des prix, en réponse aux déséquilibres des marchés, constitue la seconde composante du cycle, dans les modèles où les déséquilibres des marchés constituent le cœur de la dynamique. Si nous considérons les trois marchés habituels de la théorie macroéconomique : biens, travail et marchés financiers (monnaie ou titres dans le modèle IS-LM), trois dynamiques de type prix-quantité vont interférer avec le multiplicateur-accélérateur (figure 2) :

Figure 2 : Cycles et déséquilibres : principaux mécanismes

	Investissement	Prix	Salaire	Taux d'intérêt
Accumulation du capital	Multiplicateur		Accumulation répartition (Goodwin)	Accumulation Taux d'intérêt
Biens	Accélérateur	Cobweb dynamique prix-quantité	(Kaldor)	IS
Travail			Courbe de Phillips	(substitution capital-travail)
Marchés financiers				LM

- l'ajustement des prix en fonction des déséquilibres offre-demande du marché des biens (toile d'araignée ou *Cobweb*) ;
- l'ajustement du salaire en fonction des déséquilibres du marché du travail (courbe de Phillips) et l'impact des variations de la répartition des revenus sur l'accumulation du capital (le modèle type est le modèle de Goodwin [1967]) ;
- l'ajustement du taux d'intérêt en fonction des déséquilibres des marchés financiers et sa rétroaction sur les déséquilibres du marché des biens à travers l'effet de « retour financier » ou « d'éviction financière » (modèle IS-LM dynamique).

### **Le multiplicateur-accélérateur**

Le multiplicateur-accélérateur repose sur les réactions de l'investissement aux déséquilibres du marché des biens. L'investissement dépend, en effet, de l'écart entre la demande anticipée et la capacité de production disponible et constitue donc une force de rappel qui ajuste à terme l'équilibre du marché des biens.

#### *Effet d'accélération et modèle de capacité*

Supposons qu'il y ait un délai d'une période entre l'investissement et l'augmentation du capital. L'investissement net est égal à l'écart entre le stock de capital désiré pour la période  $(t + 1)$  et le stock de capital disponible à la période  $(t)$ . Si le coefficient de capital est constant  $(v)$ , le capital désiré pour la période  $(t + 1)$  est proportionnel à la demande anticipée ( $K_{t+1} = v Q_{t+1}^*$ ). L'investissement net peut alors s'exprimer comme l'écart entre la demande anticipée et la capacité de production disponible (modèle de capacité) ou encore sous la forme d'une proportionnalité à la variation anticipée de la demande (accélérateur) :

$$(8) \quad I_t = v \underset{\text{Capacité}}{Q_{t+1}^*} - K_t = v \underset{\text{Accélérateur}}{(Q_{t+1}^* - Q_t^*)}$$

Pour obtenir le multiplicateur-accélérateur, il faut introduire, d'une part, le processus exprimant la formation des anticipations en fonction de la demande passée (on obtient alors l'accélérateur flexible) et, d'autre part, l'effet multiplicateur de l'investissement (qui implique également des délais d'ajustement de la demande à l'investissement).

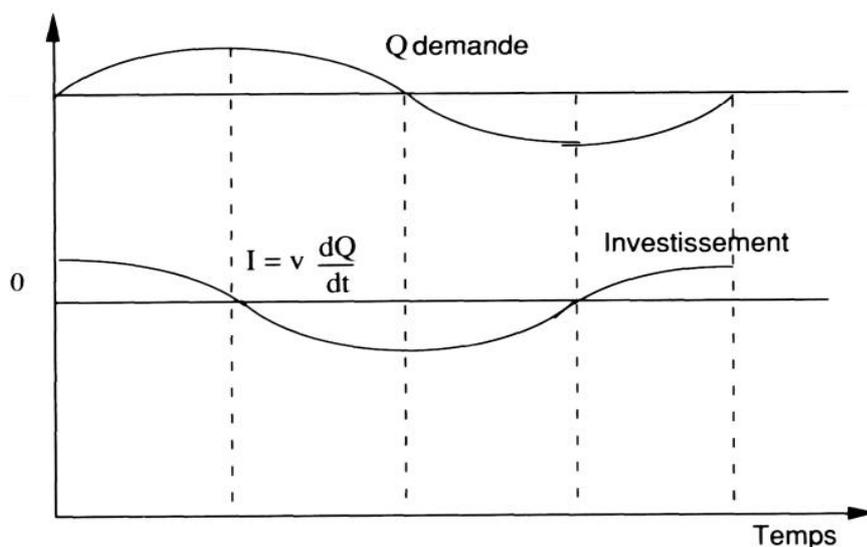
La première forme (capacité) permet d'illustrer simplement le mécanisme qui conduit aux fluctuations économiques ; nous l'avons déjà évoqué en présentant l'instabilité de Harrod dans l'article précédent. Une augmentation anticipée de la demande entraîne une hausse de l'investissement qui, par l'effet multiplicateur, accentue encore la hausse de la demande. L'investissement augmente progressivement le stock de capital et, peu à peu, la capacité de production rejoint la demande et la hausse de l'investissement ralentit. Lorsque la capacité de production dépasse la demande anticipée, l'investissement net devient négatif, le cycle se retourne et la demande diminue. La réduction des capacités de production due au désinvestissement conduit à terme à une capacité de production inférieure à la demande entraînant une reprise de l'investissement et un retournement du cycle à la hausse.

En utilisant la forme accélérateur et en négligeant les délais d'ajustement de l'investissement à la demande, on peut illustrer la principale caractéristique du cycle de type multiplicateur-accélérateur : le décalage entre le retournement de l'investissement et celui de la demande (figure 3). L'investissement est en effet proportionnel au taux de variation de la demande (ou dérivée par rapport au temps) :

$$(9) \quad I_t = v (Q_t - Q_{t-1}) = v \frac{dQ_t}{dt}$$

L'investissement net s'annule lorsque la demande atteint son maximum ou son minimum. Il est maximum dans les périodes de boom et minimum dans les périodes de ralentissement. Au bas de la récession, lorsque la chute de la demande ralentit, l'investissement recommence à croître et engendre le retournement de la demande (figure 3).

Figure 3 : Accélérateur et cycle



### *Multiplicateur-accélérateur et cycle*

Que le multiplicateur-accélérateur soit susceptible d'engendrer un cycle conforme aux évolutions observées peut être mis en évidence simplement à partir du modèle élémentaire de Samuelson. Notons  $A_t$  la composante autonome de la demande et supposons que la consommation s'ajuste avec un retard d'une période au revenu, et que l'investissement s'ajuste également avec un retard d'une période aux variations de la production. Le modèle s'écrit :

$$(10) \quad \begin{cases} Q_t = C_t + I_t + A_t \\ I_t = v(Q_{t-1} - Q_{t-2}) \\ C_t = cQ_{t-1} \end{cases}$$

En le résolvant, on obtient une forme autorégressive du second ordre qui présente bien les caractéristiques cycliques de la décomposition, que nous avons présentée précédemment (équation 6) :

$$(11) \quad Q_t = (c + v)Q_{t-1} - v Q_{t-2} + A_t$$

Toutefois, pour obtenir un modèle réaliste, il faut prendre en compte sous une forme moins brutale les délais d'ajustement de l'investissement et de la consommation.

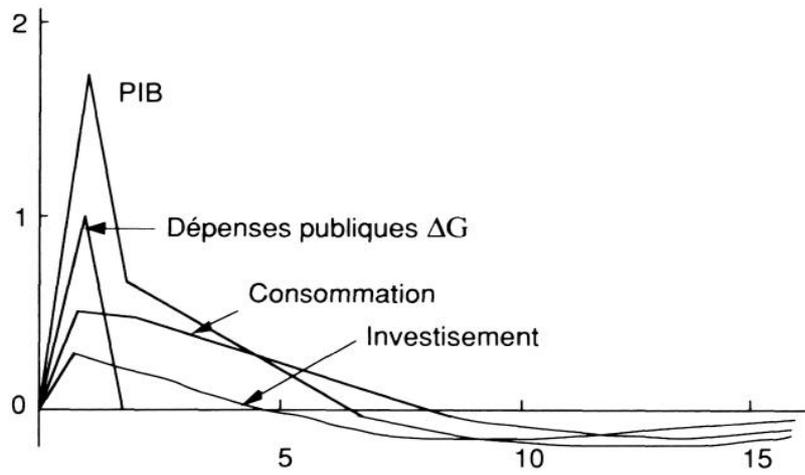
### *L'influence des délais d'ajustement de l'investissement*

L'ampleur des fluctuations dépend en effet de la vitesse d'ajustement de l'investissement à la demande et de la production aux composantes autonomes de la demande. Lorsque l'investissement s'ajuste rapidement aux variations de la demande, le cycle peut être explosif : l'effet multiplicateur engendre de trop fortes fluctuations de la demande. Lorsque l'investissement s'ajuste lentement, le cycle est amorti comme le montre la figure 4 qui présente la dynamique de type multiplicateur-accélérateur d'une maquette représentative des modèles macroéconomiques (Deleau, Malgrange et Muet [1981]). Pour les valeurs usuelles des délais d'ajustement de la consommation et de l'investissement, le cycle engendré par un choc ponctuel de la demande est très amorti (figure 4a). Il faut des délais d'ajustement très courts de l'investissement et donc un effet multiplicateur à court terme très élevé (supérieur à 3) pour engendrer un cycle marqué lors d'un choc ponctuel (figure 4b).

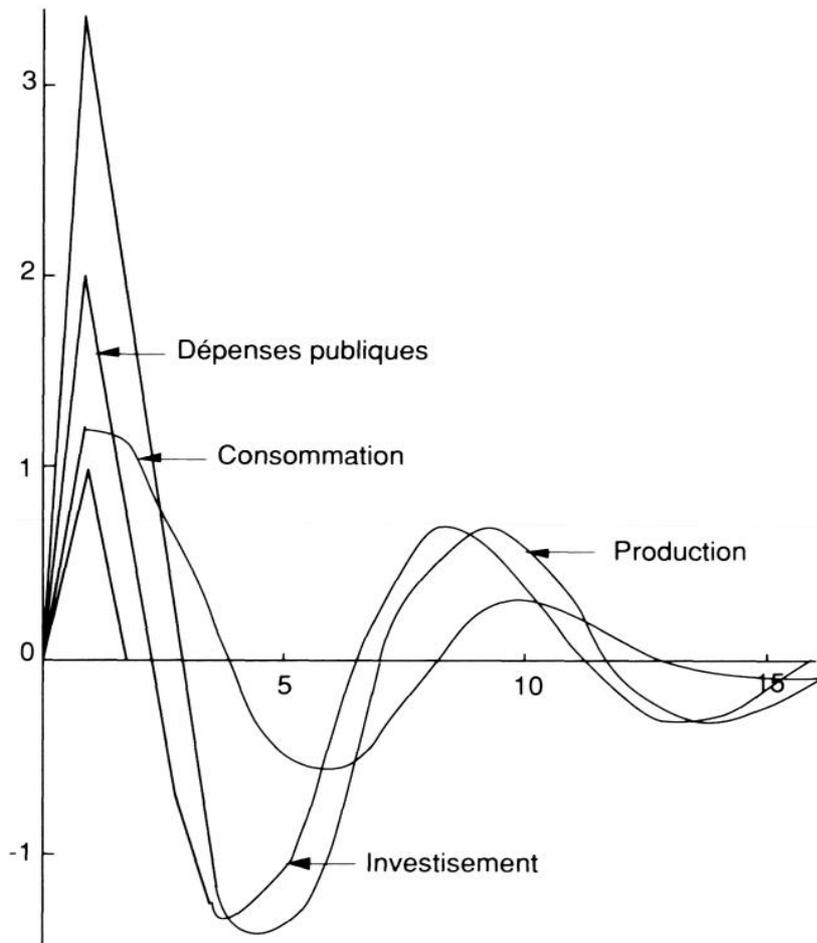
Par son caractère linéaire, le multiplicateur-accélérateur ne peut engendrer de cycles entretenus que lorsque les chocs aléatoires qui affectent la demande présentent déjà un caractère cyclique (autocorrélation des erreurs). C'est pourquoi, dans les années cinquante ont été développés des oscillateurs non linéaires (Goodwin [1951]) où des modèles limitant les oscillations par des butoirs (Hicks [1950]).

Figure 4 : Multiplicateur-accélérateur : impact d'un choc de demande ponctuel

a) Maquette DMM, chiffrage de référence



b) Maquette DMM, ajustement rapide de l'investissement



Source : Simulations de la maquette, Deleau, Malgrange et Muet (1981).

*Dynamiques de type profit-accumulation du capital  
et multiplicateur-accélérateur*

D'autres modèles de cycle s'apparentent au multiplicateur-accélérateur, bien que les fondements théoriques en soient, en apparence, très différents. C'est le cas du modèle de Kalecki [1935] dans lequel l'investissement dépend de l'écart entre les profits anticipés et la valeur du capital accumulé :

$$(12) \quad I_t = a \Pi_{t+1}^* - b K_t$$

Lorsque la part des profits dans la production est constante, la fonction d'investissement ne diffère pas du modèle de capacité présenté précédemment et la dynamique du modèle de Kalecki est de type multiplicateur-accélérateur <sup>(1)</sup>.

Lorsque l'investissement dépend des profits, la dynamique de l'accumulation du capital recouvre en fait deux mécanismes profondément différents :

- une dynamique de type multiplicateur-accélérateur résultant de l'influence des fluctuations du taux d'utilisation des capacités de production sur le taux de profit (à répartition salaires–profits constante, les fluctuations du taux de profit reflètent celles du taux d'utilisation des capacités de production) ;
- une dynamique résultant du partage « salaire-profit » dont le prototype est le modèle de Goodwin [1967] dans lequel le marché des biens est équilibré.

Cette dernière dynamique s'apparente aux cycles de type prix-quantité que nous allons présenter maintenant.

### **Déséquilibre du marché des biens et dynamiques de type prix-quantité**

Comme les modèles de déséquilibre, les cycles de type prix-quantité reposent fondamentalement sur le fait que l'équilibrage des marchés de l'économie réelle n'est pas organisé par un commissaire-priseur qui annonce des prix successifs jusqu'à ce que l'offre ajuste la demande (tâtonnement walrasien). Quand l'équilibre est stable, ce processus conduit de façon monotone vers l'équilibre du marché. Nous commencerons par présenter le modèle le plus connu : la « toile d'araignée » (ou *Cobweb*) avant d'aborder de façon plus générale les dynamiques de type prix-quantité.

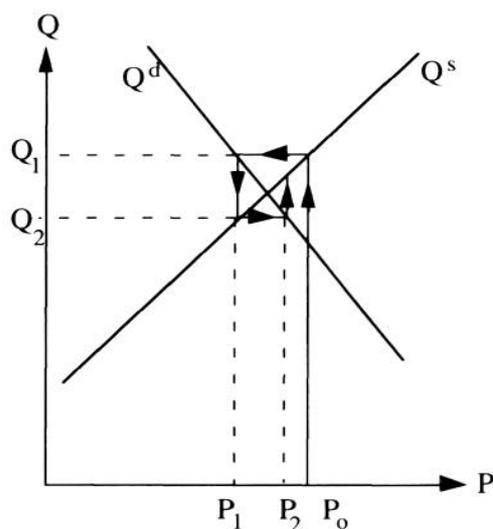
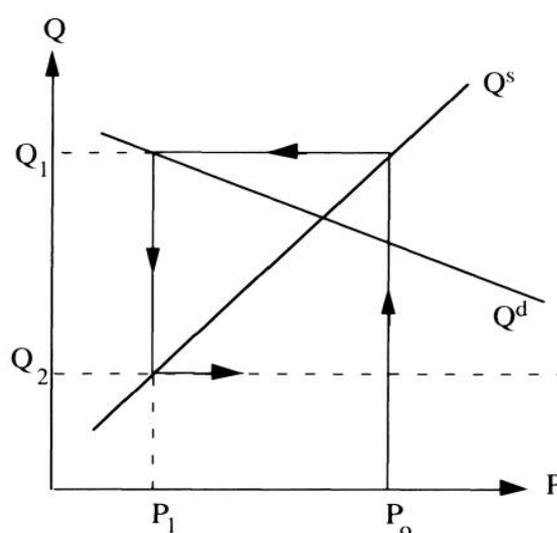
---

(1) D'un point de vue technique, le modèle de Kalecki combine une dynamique en temps continu (pour représenter les délais de réalisation de l'investissement) et une dynamique en temps discret.

## Le Cobweb

Ce modèle décrit une situation dans laquelle en raison des délais de production, la décision de production pour la période suivante est fondée sur la situation observée dans la période en cours. Il peut s'appliquer, par exemple, aux marchés agricoles et au traditionnel « cycle du porc ». La figure 5 représente les oscillations des prix et des quantités autour du point d'équilibre  $E$ , intersection des courbes d'offre et de demande. Supposons que le prix initial  $P_0$  soit supérieur au prix d'équilibre. L'offre de bien pour la période 1 est alors trop élevée  $Q_1$  et le prix  $P_1$  qui ajuste l'équilibre de l'offre et de la demande à la période 1 est plus faible que le prix d'équilibre (il est déterminé par la courbe de demande). Le prix  $P_1$  engendre à la période suivante une offre de bien trop faible  $Q_2$  et le prix  $P_2$  qui équilibre l'offre et la demande à la période 2 est trop élevé... La figure 5 et le modèle formalisé présenté dans l'encadré 1 montrent que le cycle converge vers l'équilibre si la pente de la courbe d'offre est inférieure à la pente de la courbe de demande tandis qu'il diverge dans le cas contraire.

Figure 5 : Les cycles de type « prix-quantité » : la « toile d'araignée »

 a) Cycles convergents  $\varepsilon_S < \varepsilon_D$ 

 b) Cycles divergents  $\varepsilon_S > \varepsilon_D$ 


Ce cycle de type prix-quantité a deux caractéristiques :

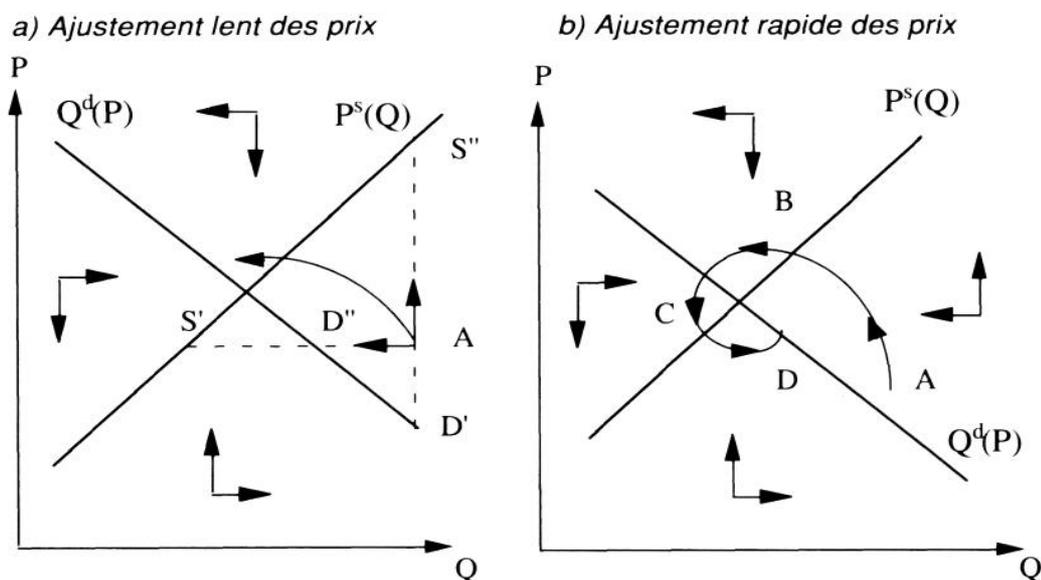
- les prix et les quantités fluctuent en sens contraire : les quantités sont élevées quand les prix sont faibles et faibles quand les prix sont élevés ;
- la période du cycle est égale au double de la période de production (délai entre l'observation des prix et l'offre de biens).

Ce modèle de cycle repose sur un schéma d'anticipation de prix particulièrement simple où le prix anticipé par les producteurs pour la période  $t$  est le prix observé à la période  $(t - 1)$ . Des anticipations adaptatives plus réalistes (Nerlove [1958]) conduisent à une dynamique plus stable, voire, si l'ajustement des anticipations est suffisamment lent, à une convergence monotone vers le prix d'équilibre.

*Délais d'ajustement des prix et des quantités*

Nous allons poursuivre cette analyse de la dynamique de type prix-quantité en introduisant maintenant simultanément des délais d'ajustement de la demande et du prix d'offre des producteurs. La figure 6 représente (dans un diagramme Q, P) les courbes d'offre des producteurs et de demande des consommateurs, dont l'intersection E détermine les prix et les quantités d'équilibre (le modèle correspondant est décrit dans l'encadré 2b). Supposons, contrairement au modèle précédent, que les producteurs fixent le prix et les consommateurs les quantités.

*Figure 6 : Les cycles de type « prix-quantité » : impact des délais d'ajustement de l'offre et de la demande*



A droite de la courbe d'offre  $P^s(Q)$ , par exemple au point A dans la figure 6a, la quantité demandée par les consommateurs est supérieure à celle qui est optimale pour les producteurs à ce niveau de prix (point S' sur la courbe d'offre) et le prix est inférieur au prix optimal pour les producteurs à ce niveau de production (point S'' sur la courbe d'offre). Les producteurs vont donc augmenter leur prix (flèche vers le haut au point A), ce qui leur permettra de satisfaire la demande excédentaire qui leur est adressée (S'A). Considérons maintenant les consommateurs. Au-dessus de la courbe de demande  $Q^d(P)$ , comme au point A dans la figure 6a, le prix est plus élevé que celui que les consommateurs sont prêts à payer pour acheter la quantité Q (ce prix correspond au point D' sur la courbe de demande), ou encore, la demande des consommateurs est plus faible à ce niveau de prix que le niveau actuel (la demande optimale correspond au point D'' sur la courbe de demande). La demande a donc tendance à diminuer (flèche vers la gauche au point A).

Le même raisonnement appliqué aux trois autres régions permet de décrire l'évolution des prix et des quantités. Cette évolution va engendrer un cycle qui converge vers le point d'équilibre E. La convergence est pratiquement monotone (figure 6a) si les délais d'ajustement des prix et des quantités

## 2. Dynamiques de type prix-quantités

Considérons les courbes d'offre et de demande sur un marché en notant respectivement  $-\varepsilon_d < 0$  et  $\varepsilon_s > 0$  les pentes. En l'absence de retards, les fonctions d'offre et de demande s'écrivent :

$$(1) \quad P_t = P^s(Q_t) = \frac{1}{\varepsilon_s} (Q_t - a) \quad \text{Offre}$$

$$(2) \quad Q_t = Q^d(P_t) = -\varepsilon_d P_t + b \quad \text{Demande}$$

### a) Le Cobweb

Le Cobweb repose sur l'hypothèse que l'offre s'ajuste avec un retard d'une période au prix observé :

$$(3) \quad Q_t^s = \varepsilon_s P_{t-1} + a$$

$$(4) \quad Q_t^d = -\varepsilon_d P_t + b$$

De l'équilibre du marché ( $Q_t^d = Q_t^s$ ) on déduit la relation de récurrence :

$$(5) \quad P_t = -\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_d} P_{t-1} + \frac{b-a}{\varepsilon_d}$$

La dynamique est de type oscillatoire, convergente si la pente de la courbe d'offre est inférieure à la valeur absolue de la pente de la courbe de demande ( $\varepsilon_s < \varepsilon_d$ ), divergente dans le cas contraire ( $\varepsilon_s > \varepsilon_d$ ).

### b) Délais d'ajustement des prix et des quantités

Supposons, par exemple, que la distribution de retard soit dans les deux cas une distribution du premier ordre. En temps continu, le modèle s'écrit :

$$\begin{cases} \frac{dP}{dt} = (1 - \lambda) [P^s(Q_t) - P_t] & 0 < \lambda < 1 \\ \frac{dQ}{dt} = (1 - \lambda') [Q^d(P_t) - Q_t] & 0 < \lambda' < 1 \end{cases}$$

Comme  $\lambda$  et  $\lambda'$  sont compris entre 0 et 1, le modèle est stable et la dynamique autour du point d'équilibre dépend de la valeur des racines de l'équation caractéristique :

$$r^2 + (1 - \lambda + 1 - \lambda')r + \left(1 + \frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_s}\right)(1 - \lambda)(1 - \lambda') = 0$$

Dans le cas où les délais d'ajustement des prix et des quantités sont très différents, les racines de l'équation caractéristique sont réelles et négatives et l'économie converge vers l'équilibre sans fluctuations cycliques (figure 6a). Quand les délais d'ajustement de la demande et des prix sont proches, l'ajustement est de type « spirale » (figure 6b).

sont très différents, elle présente au contraire des fluctuations de type « spirale » (figure 6b) lorsque ces délais sont proches. A la différence du *Cobweb* où prix et quantités évoluent de façon opposée, l'évolution au cours du cycle est plus continue. Au point A où la demande est excédentaire (figure 6b), les prix augmentent et la production diminue pour résorber l'excès de demande, la réduction de la demande entraîne une baisse des prix (point B) et la chute des prix entraîne un retournement de la demande (point C). La reprise de la demande finit par relancer la hausse des prix (point D)...

A l'échelle macroscopique, la courbe d'offre résulte de la boucle prix-salaires, et la dynamique des prix dépend principalement de l'ajustement du salaire réel. En outre, la dynamique de la demande est beaucoup plus rapide que la dynamique des prix et des salaires, comme le montre le paragraphe suivant.

### **Cycles et déséquilibres du marché du travail**

Les déséquilibres du marché du travail conduisent également à des dynamiques de type prix-quantité. A travers la courbe de Phillips (c'est-à-dire l'influence du chômage sur le salaire), les déséquilibres du marché du travail rétroagissent, à la fois, sur les prix et sur la répartition des revenus. Combinée aux déséquilibres du marché des biens, la rétroaction du chômage sur les prix conduit à une dynamique de type prix-quantité du même type que celle que nous venons d'étudier. Combinée à l'accumulation du capital, la rétroaction sur la répartition des revenus conduit à un cycle de type accumulation-répartition. Nous allons donner deux exemples de ces dynamiques.

Le premier, inspiré de Blanchard et Muet [1993], néglige l'impact de la répartition des revenus sur l'accumulation, mais introduit le déséquilibre du marché des biens (la dynamique de la demande). Le second (modèle de Goodwin [1967]) suppose que le marché des biens est équilibré mais introduit l'impact des déséquilibres du marché du travail sur l'accumulation du capital.

#### *Dynamique prix-quantité en économie ouverte : chômage et compétitivité*

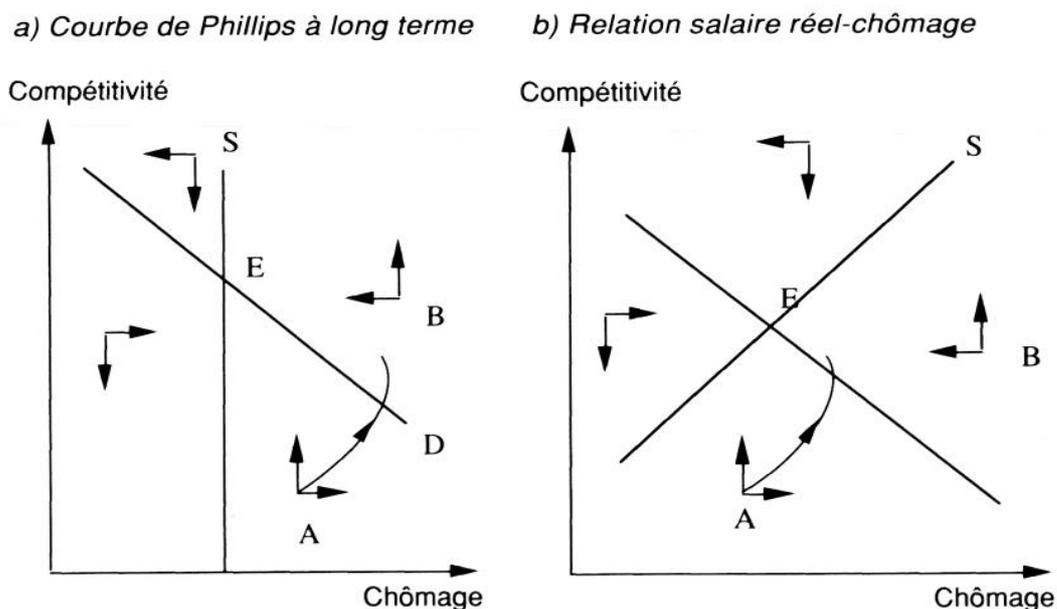
En économie ouverte, la courbe de demande peut s'exprimer sous la forme d'une relation décroissante entre le taux de chômage et la compétitivité : une compétitivité forte entraîne un niveau de production élevé et un faible taux de chômage (courbe D dans la figure 7). La forme de la courbe d'offre à long terme dépend des hypothèses relatives à la relation chômage-salaire réel. Lorsque les salaires nominaux sont complètement indexés sur les prix de la consommation, ce que nous supposons ici, cette relation est une fonction décroissante entre le salaire réel et le taux de chômage (un chômage élevé réduit le salaire réel). Une hausse du chômage réduisant le coût salarial des entreprises entraîne une baisse du prix de la production nationale relativement aux prix étrangers et par conséquent une amélioration de

la compétitivité. Du côté de l'offre, on aura donc une relation croissante entre le chômage et la compétitivité : un chômage élevé entraîne des gains de compétitivité.

Si le chômage influence seulement le taux de variation du salaire réel (courbe de Phillips), la courbe d'offre à long terme est verticale (figure 7a). Le salaire réel augmente (la compétitivité diminue) lorsque le chômage est inférieur au chômage d'équilibre (taux de chômage naturel). Lorsque le chômage est supérieur au chômage naturel, le salaire réel diminue et la compétitivité augmente (flèche vers le haut au point A dans la figure 7a). S'il existe une relation à long terme entre le niveau du salaire réel et le chômage, la courbe d'offre à long terme est une relation croissante entre le chômage et la compétitivité, mais l'évolution du salaire réel et de la compétitivité est identique : à droite de la courbe d'offre, le chômage élevé entraîne une baisse du salaire réel et une hausse de la compétitivité (flèche vers le haut au point A dans la figure 7b). Du côté de la demande, une faible compétitivité (point A au dessous de la courbe de demande) entraîne une réduction de la demande et une hausse du chômage. Au contraire, une compétitivité élevée (point B situé au-dessus de la courbe de demande dans la figure 7a et b) diminue le chômage.

Dans les deux cas, la dynamique est identique à celle de la figure 6. Si les délais d'ajustement de la demande et les délais d'ajustement de la boucle prix-salaires sont proches, l'économie connaît des fluctuations autour du point d'équilibre E. Si les prix et les salaires s'ajustent lentement relativement à la demande, l'évolution ne met pas en évidence de cycles. Or, les estimations économétriques montrent que les délais d'ajustement du salaire réel sont très lents comparativement à ceux de la demande, de sorte que ce mécanisme n'est pas susceptible d'engendrer des fluctuations cycliques

Figure 7 : Dynamique compétitivité-chômage



(voir Blanchard et Muet [1993] pour une application à l'économie française). C'est d'ailleurs un résultat usuel des modèles macroéconométriques : les dynamiques de type prix-quantité dans les modèles sont très lentes et sont très largement dominées à court et moyen termes par le multiplicateur-accelérateur.

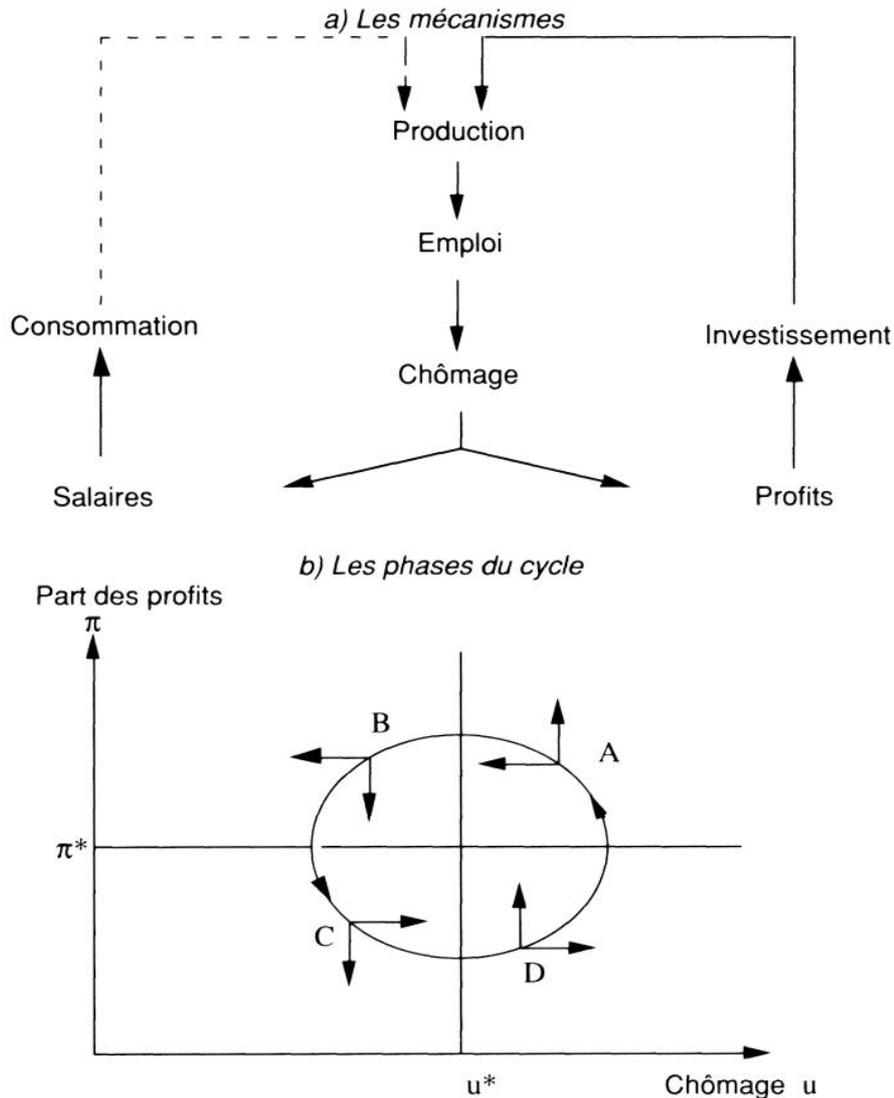
### *Chômage, accumulation et répartition*

Le modèle de Goodwin [1967] fournit une autre illustration d'une dynamique dont on trouve certaines caractéristiques dans les modèles macroéconométriques, lorsque l'investissement dépend de la profitabilité. Ce modèle a une double originalité : c'est l'un des rares modèles de croissance cyclique, et sa dynamique repose uniquement sur les variations de la répartition des revenus et non sur des mécanismes de type multiplicateur-accelérateur, comme le modèle de Kalecki. Il peut être considéré comme l'une des versions possibles d'un modèle de déséquilibre de type post-keynésien (Kaldor [1957]). Le marché des biens est toujours équilibré et tous les profits sont épargnés (et donc investis) et les salaires consommés. Le marché du travail est, en revanche, déséquilibré et le taux de croissance du salaire réel dépend du chômage (courbe de Phillips). Les techniques de production sont à facteurs complémentaires, de sorte que, lorsque le marché du travail est équilibré, la répartition des revenus est stable et l'on retrouve un modèle de croissance de type Harrod-Domar-Kaldor où le taux d'épargne est égal à la part des profits dans la production.

Le cycle résulte des variations de la répartition comme l'illustre la figure 8. La figure 8a décrit les mécanismes du modèle, la figure 8b les phases du cycle. Lorsque la part des profits est forte (par exemple au point A), l'investissement est élevé et la croissance de la production accélère, ce qui augmente l'emploi et diminue le chômage (flèches vers la gauche dans la figure 8b, lorsque  $\pi > \pi^*$ ). Tant que le chômage est, comme au point A, supérieur à la valeur d'équilibre  $u^*$ , le salaire réel diminue, ce qui augmente la part des profits dans la production (flèches vers le haut dans la figure 8b lorsque  $u > u^*$ ). Au bout d'un certain temps, la diminution du chômage conduit à un taux de chômage inférieur à  $u^*$  (point B) et la part des profits diminue, ce qui ralentit la croissance. Lorsque la part des profits est inférieure à  $\pi^*$ , la croissance devient inférieure à la croissance de l'offre de travail (point C), le chômage recommence à augmenter, et lorsqu'il dépasse le chômage  $u^*$ , la croissance du salaire ralentit, ce qui rétablit progressivement la part des profits (point D). Le modèle de Goodwin a la particularité d'engendrer un cycle limite auto-entretenu qui dépend des conditions initiales.

Comme tous les mécanismes fondés sur l'ajustement du salaire réel au chômage, le modèle de Goodwin engendre un cycle de très longue période et les variations de la répartition ne constituent pas la dynamique principale du cycle économique. La combinaison du modèle de Goodwin et du modèle précédent est susceptible en revanche d'expliquer la dynamique de la désinflation compétitive. Un chômage élevé pèse sur la croissance des salaires, ce qui augmente simultanément la compétitivité et la profitabilité des entreprises. Les gains de compétitivité et la hausse de l'investissement due à l'augmentation de profitabilité accélèrent la croissance et conduisent à terme à une réduction du chômage.

Figure 8 : Le modèle de Goodwin

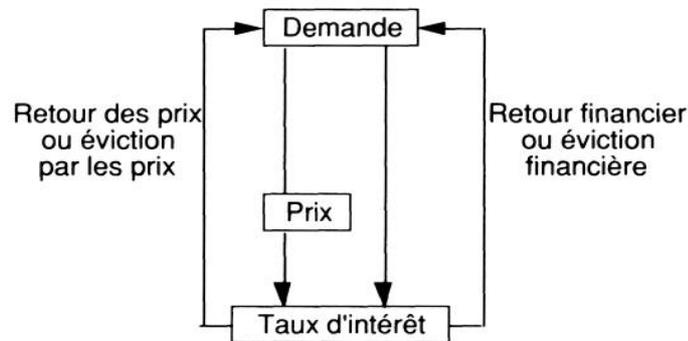


### Modèles IS-LM dynamiques

Un cycle de type prix-quantité peut résulter également de l'intégration monétaire et financière (modèle IS-LM dynamique). Le mécanisme en jeu n'est plus l'éviction de la demande par les prix, mais l'éviction financière due à la hausse du taux d'intérêt. Un modèle IS-LM à prix endogène combine d'ailleurs les deux types de dynamiques (figure 9). La hausse de la demande induit une hausse des prix, l'inflation et l'accélération de la croissance engendrent une hausse des taux d'intérêt si l'offre de monnaie est exogène, et la hausse des taux produit le retournement par son effet dépressif sur l'investissement. Les mécanismes sont un peu plus complexes lorsqu'on tient compte de l'inflation anticipée, car la courbe LM détermine le taux d'intérêt nominal à court terme, alors que c'est le taux d'intérêt réel à long terme qui influence la demande (courbe IS). Mais, là encore, l'étude de la

dynamique des modèles macro-économétriques montre que ce type de dynamique est très lente et qu'elle est dominée à court-moyen terme par le multiplicateur-accélérateur.

Figure 9 : Modèle IS-LM dynamique



## Modèles d'équilibres

Dans les modèles évoqués précédemment, les fluctuations résultent fondamentalement des déséquilibres des marchés. Cette vision du cycle reposait sur un consensus selon lequel la théorie de l'équilibre général walrasien était pertinente pour décrire des situations de long terme (croissance équilibrée), mais que le court et moyen terme, c'est-à-dire la théorie des fluctuations relevait de l'analyse keynésienne, en d'autres termes des déséquilibres des marchés. Ce consensus se reflétait notamment dans les modèles macro-économétriques dont les propriétés étaient keynésiennes à court terme, néoclassiques à long terme. Dans les années soixante-dix, les travaux de la nouvelle école classique initiés par Lucas ont tenté d'expliquer les fluctuations économiques sans faire appel à la notion de déséquilibre. Comme nous allons le voir, l'une des principales difficultés à laquelle se heurte la théorie classique des cycles est l'explication des fortes fluctuations de l'emploi. Pour expliquer les fluctuations de l'emploi sans faire appel à la notion de chômage et de déséquilibre, il faut supposer que ces fluctuations sont pleinement volontaires et résultent donc des fluctuations de l'offre de travail en réponse à des chocs exogènes. Deux interprétations vont être développées :

- l'information imparfaite des agents et les erreurs d'anticipations,
- les effets de substitution intertemporelle en réponse à des chocs aléatoires.

La première interprétation prolonge en fait celle donnée par Friedman de la corrélation négative entre inflation et chômage. Combinée à des chocs affectant la productivité du travail, la seconde sera à la base des modèles de cycles réels.

### **Fluctuations, équilibre des marchés et information imparfaite**

La théorie classique a en effet longtemps souffert de son caractère statique. Comment expliquer les fluctuations de l'emploi tout en conservant l'hypothèse que le marché du travail est toujours à l'équilibre ? Dans le modèle classique d'équilibre statique, l'emploi et la production sont déterminés par l'équilibre du marché du travail et une politique de stimulation de la demande ou un choc de demande n'ont aucun effet réel (voir encadré 3).

Une première façon de contourner la difficulté a été proposée par Friedman [1968] qui introduit une asymétrie entre producteurs et salariés. Lors des négociations salariales, les salariés doivent anticiper le niveau général des prix  $p^*$ , alors que les producteurs connaissent le prix de leur produit. De ce fait, la demande de travail des entreprises dépend du salaire réel effectif, tandis que l'offre de travail dépend du salaire réel anticipé. Lors d'une hausse de la demande, le déplacement de l'équilibre le long de la courbe d'offre entraîne une hausse du prix et du salaire nominal et une baisse du salaire réel (qui permet à l'offre de biens et à la demande de travail des entreprises de croître simultanément). Tant que les salariés ne perçoivent pas la hausse de prix consécutive à l'augmentation de la demande, ils augmentent leur offre de travail en assimilant la hausse du salaire nominal à une hausse du salaire réel. L'effet réel d'un choc ou d'une politique de demande est transitoire : il disparaît lorsque les salariés révisent leurs anticipations en fonction de l'inflation observée.

Cependant, fonder l'existence des fluctuations sur l'erreur systématique des agents est peu satisfaisant au regard des postulats de rationalité habituels de la théorie économique. Aussi les successeurs de Friedman tenteront-ils de combler cette lacune en conservant l'hypothèse d'équilibre des marchés et d'information imparfaite, mais en introduisant l'hypothèse d'anticipations rationnelles. Dans le modèle classique avec anticipations rationnelles (Lucas [1972], Sargent et Wallace [1975]), les fluctuations économiques, comme l'efficacité de la politique économique, résultent des erreurs d'anticipations des agents et de chocs aléatoires nominaux ou réels (cf encadré 3c). Dans ce type de modèle, des chocs nominaux non anticipés, peuvent avoir une influence (temporaire) sur les grandeurs réelles. Fondamentalement, ceci résulte du fait que l'équilibre décentralisé met en jeu un grand nombre de marchés dans lesquels l'information imparfaite des agents ne leur permet pas de dissocier les chocs nominaux — qui n'ont pas d'effets réels —, et les chocs de prix relatif, qui conduisent à des effets de substitution instantanés ou intertemporels.

### 3. Modèle d'équilibre et erreur d'anticipations

Considérons le modèle élémentaire d'équilibre du marché des biens et du travail à court terme (le modèle comprend trois marchés : biens, travail et monnaie). Les variables  $q$ ,  $n$ , sont respectivement les logarithmes de la production et du travail,  $w$ ,  $p$  et  $m$  les logarithmes du taux de salaire nominal, du niveau général des prix, et de la masse monétaire. Les termes constants et le stock de capital qui est constant à court terme sont ignorés. Le modèle peut être résumé par quatre équations :

- (1)  $q = \alpha n$  *Fonction de production Cobb-Douglas*
- (2)  $n^d = - (1 - \alpha) (w - p)$  *Demande de travail / offre de biens  $q^s = \alpha n^d$*
- (3)  $n^s = \beta (w - p)$  *Offre de travail*
- (4)  $q^d = \delta (m - p)$  *Demande de biens*

L'équilibre du marché du travail ( $n^d = n^s$ ) détermine le salaire réel et l'emploi, et la production s'en déduit par la fonction de production (1). La solution d'équilibre walrasien est ici ( $n = q = w - p = 0$ ). La masse monétaire exogène  $m$  détermine alors le niveau général des prix par l'équilibre du marché des biens (équation 4 avec  $q^d = q^s = 0$ ) et le salaire nominal s'en déduit ( $p = w = m$ ). Une politique monétaire ou un choc affectant la demande n'ont pas d'effets réels.

#### *a) Information imparfaite (Friedman, 1988)*

Si l'on modifie le modèle en supposant que l'offre de travail est fonction des prix  $p^*$  anticipés par les salariés :

$$(3bis) \quad n^s = b (w - p^*)$$

L'équilibre du marché du travail ( $n^s = n^d$ ) conduit alors à un arbitrage entre inflation et chômage ou entre prix  $p$  et volume de la production  $q$  (courbe d'offre) :

$$(5) \quad q = \varepsilon (p - p^*) \quad \text{avec} \quad \varepsilon = \frac{\alpha \beta (1 - \alpha)}{\beta + (1 - \alpha)}$$

Si les anticipations des salariés sont adaptatives ( $p^*$  fixé) une politique monétaire ou un choc de demande ont alors simultanément un effet sur le volume de la production et les prix. En résolvant (4) et (5), on obtient :

$$(6) \quad q = \frac{\varepsilon \delta}{\delta + \varepsilon} (m - p^*)$$

En revanche lorsque les salariés anticipent parfaitement l'évolution des prix ( $p = p^*$ ) on retrouve le modèle d'équilibre (la courbe d'offre donne  $q = 0$ ).

*b) Anticipations rationnelles*

Supposons que l'offre et la demande résultent des relations (4) et (5) et de chocs aléatoires de moyenne nulle, sans corrélation temporelle  $u_t$  et  $v_t$  :

$$(5') \quad q_t = \varepsilon(p_t - p_t^*) + u_t \quad \text{Fonction d'offre à la Friedman-Lucas}$$

$$(4') \quad q_t = \delta(m_t - p_t) + v_t \quad \text{Demande, IS/LM}$$

En éliminant  $p_t$  entre (4) et (5) on obtient la forme réduite :

$$(6') \quad q_t = \frac{\varepsilon \delta}{\delta + \varepsilon} (m_t - p_t^*) + \frac{\varepsilon v_t + \delta u_t}{\varepsilon + \delta}$$

L'anticipation rationnelle des prix s'obtient en prenant l'espérance mathématique de (4) et de (5), on en déduit :

$$(7) \quad p_t^* = E(p_t | t-1) = E(m_t | t-1)$$

On obtient  $q_t$  en reportant  $p_t^*$  dans (6') :

$$(8) \quad q_t = \frac{\varepsilon \delta}{\varepsilon + \delta} (m_t - E(m_t | t-1)) + \frac{\varepsilon v_t + \delta u_t}{\varepsilon + \delta}$$

On voit d'une part que seules les politiques non anticipées [ $E(m_t | t-1) \neq m_t$ ] affectent la production et que les fluctuations économiques résultent soit des erreurs d'anticipations soit des chocs aléatoires.

*c) Persistance des fluctuations*

Les fluctuations de la production données par la relation (8) sont sans corrélation temporelle. Le modèle ne peut donc décrire la persistance des fluctuations. Si les fluctuations de la demande avaient en effet une corrélation temporelle, cette autocorrélation serait prise en compte dans  $E(p)$  et elles n'auraient pas d'impact sur la production.

Mais, comme le reconnaît Lucas [1975] dans une contribution ultérieure, les fluctuations qu'engendrent les erreurs d'anticipations des agents dans ce type de modèle n'ont pas le caractère persistant des fluctuations économiques effectivement observées. Modigliani [1977] avait d'ailleurs souligné l'incompatibilité entre la persistance des chocs et l'hypothèse d'anticipation rationnelle des premiers modèles de la nouvelle école classique : « *les erreurs d'anticipations de prix qui constituent la seule source d'écart à l'équilibre stationnaire sont nécessairement aléatoires et de courte durée. En particulier, le modèle classique ne peut engendrer de fluctuations persistantes que si les chocs aléatoires présentent déjà une autocorrélation temporelle, ce qui est incompatible avec l'hypothèse d'anticipations rationnelles* ». En effet, si les chocs aléatoires présentent une autocorrélation, cette persistance des chocs est anticipée par les agents et ceux-ci n'ont plus d'effets réels.

Pour aboutir à une persistance des fluctuations compatible avec une théorie du cycle d'équilibre, Lucas [1975] introduira des délais dans la diffusion de l'information et dans l'accumulation du capital (un « effet d'accélération ») pour aboutir à un système autorégressif du second ordre « *si caractéristique de nombreuses séries économiques* » (voir les relations 6 et 7bis dans la première partie de cet article). Toutefois, l'hypothèse d'information imparfaite ne paraîtra pas suffisamment crédible aux tenants de la théorie du cycle d'équilibre et ceux-ci feront appel ultérieurement à d'autres types de chocs pour reproduire les fluctuations observées. Avant d'aborder cette approche (cycles réels), nous allons examiner deux prolongements des modèles d'équilibre avec anticipations rationnelles :

- la possibilité de bulles spéculatives,
- l'existence de cycles déterministes et de dynamiques de type chaotique.

### **Anticipations rationnelles, bulles spéculatives et taches solaires**

Une conséquence importante, et quelque peu inattendue de l'hypothèse d'anticipations rationnelles, est la possibilité de solutions multiples. Elle est intéressante du point de vue de la théorie des fluctuations économiques car elle engendre, d'une part, la possibilité de bulles, d'autre part, le fait que des événements extra-économiques peuvent avoir des conséquences sur les fluctuations cycliques simplement parce que certains agents le pensent (taches solaires).

#### *Bulles spéculatives rationnelles*

Dans un modèle à anticipations rationnelles, la situation qui prévaut à un instant donné est, en effet, fonction des anticipations des agents sur les situations futures. Considérons le modèle le plus simple possible <sup>(2)</sup>, où la grandeur  $p_t$  est fonction d'une grandeur exogène  $x_t$  et des anticipations des agents sur la valeur de  $p$  à la période  $(t + 1)$  :

---

(2) Cette présentation s'inspire de Blanchard et Fischer [1990], chapitre 5, pp. 221 et s.

$$(1) \quad p_t = a E(p_{t+1}|t) + c x_t$$

dans laquelle  $E(p_{t+1}|t)$  est l'anticipation rationnelle (espérance mathématique) de  $p_{t+1}$  à la date  $t$ .

La relation (1) peut s'appliquer, par exemple, au prix d'une action. Si les opérateurs sur les marchés financiers arbitrent entre un actif sans risque qui rapporte un taux d'intérêt  $r$  constant, et une action qui rapporte un dividende  $x_t$ , l'égalisation du taux de rendement anticipé de l'action et du taux d'intérêt

$r$  conduit à la relation (1) avec  $a = c = \frac{1}{1+r} < 1$ .

Le modèle (1) peut être résolu de façon récursive, on obtient la valeur de  $p_t$  en fonction des anticipations futures de la variable exogène  $x_t$  :

$$(2) \quad p_t^* = c \left( x_t + a E(x_{t+1}|t) + a^2 E(x_{t+2}|t) + \dots \right)$$

Dans le cas du prix d'une action, la valeur de l'action à la date  $t$  est la somme actualisée au taux  $r$  du flux des dividendes anticipés pour le futur.

Toutefois cette solution  $p_t^*$ , que l'on appelle le « fondamental », n'est pas l'unique solution du modèle. On peut vérifier que la variable suivante est également une solution du modèle (1) :

$$(3) \quad p_t = p_t^* + b_t \quad \text{avec} \quad (4) \quad b_t = a E(b_{t+1}|t)$$

Or  $b_t$  a bien le caractère d'une « bulle » spéculative, sa valeur aujourd'hui dépend uniquement des anticipations de sa valeur future. La valeur de  $b_t$  est élevée aujourd'hui si sa valeur anticipée demain est forte.

Si la bulle  $b_t$  a la probabilité d'éclater  $q$  à la période suivante, sa valeur en  $(t+1)$  si elle n'éclate pas (notée  $b_{t+1}$ ) est telle que :

$$(5) \quad E(b_{t+1}|t) = (1-q)b_{t+1} + q \cdot 0$$

En comparant (4) et (5), on voit que sa valeur en  $(t+1)$  si elle n'éclate pas doit être d'autant plus élevée que sa probabilité d'éclater est grande (que  $q$  est proche de 1) :

$$(6) \quad b_{t+1} = \frac{b_t}{a(1-q)}$$

### *Taches solaires*

La valeur de  $b_t$  peut être elle-même fonction d'un processus aléatoire quelconque susceptible d'influencer les anticipations des marchés. Si, par exemple, les marchés financiers croient que les taches solaires ont une influence sur le cours des actions, alors elles auront effectivement une influence sur le cours des actions.

### **Cycles, chaos déterministe et taches solaires dans des modèles d'équilibre**

Le succès des modèles de chaos déterministes dans les sciences physiques a suscité de nombreux modèles de cycle de type chaotique. Les deux exemples que nous allons présenter ont un point commun : leur intérêt théorique a pour contrepartie un caractère assez largement académique. Ils ne prétendent pas décrire le cycle économique (ou cycle des affaires), mais la possibilité de cycles et de dynamiques chaotiques dans des modèles de croissance déterministes qui ne font pas appel à des chocs stochastiques exogènes, comme les modèles précédemment examinés. La période de temps du premier modèle s'applique à la durée de vie du capital ; celle du second à une génération d'individus (modèle à générations imbriquées). Toutefois les mécanismes mis en jeu dans ce second modèle sont beaucoup plus généraux et peuvent s'appliquer à des périodes beaucoup plus courtes (y compris quelques mois) dès lors que les individus sont soumis à des contraintes de liquidités.

#### *Une variante du modèle de croissance néoclassique (Day, [1982])*

Considérons le modèle de croissance néoclassique, dans lequel nous supposons que le capital est entièrement consommé au cours de la période  $t$ . L'investissement de la période  $t$  est donc égal au stock de capital en début de période ( $t + 1$ ). En variables réduites et en supposant l'offre de travail constante, le modèle s'écrit :

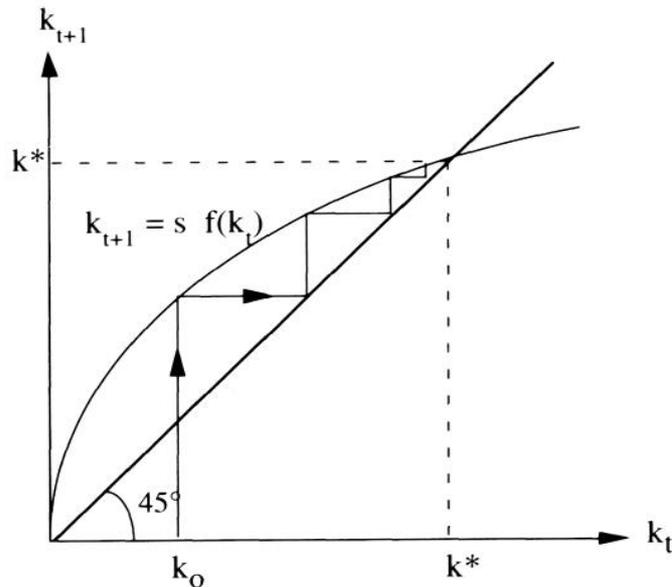
$$(7) \quad k_{t+1} = s f(k_t)$$

où  $k_t$  est le capital par tête,  $s$  le taux d'épargne et  $f$  la fonction de production.

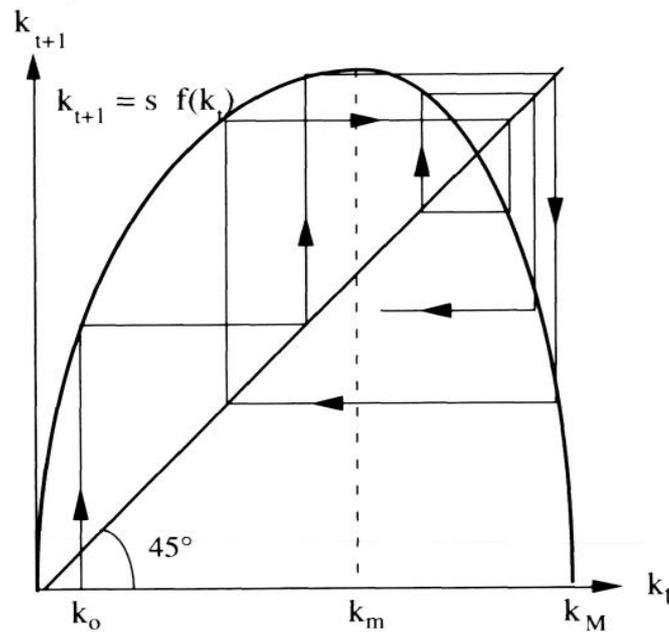
Lorsque la fonction de production satisfait les conditions d'Inada, ce modèle dynamique a une solution stationnaire stable, représentée dans la figure 10a par l'intersection de la courbe  $s f(k)$  avec la première bissectrice. A partir d'une valeur initiale donnée  $k_0$  (inférieure à  $k^*$  dans la figure 10a),  $k_t$  converge de façon monotone vers  $k^*$ . Ce modèle ne fait que traduire, de la façon la plus élémentaire, la propriété de stabilité du modèle de croissance néoclassique présenté dans l'article précédent.

Figure 10 : Cycle et chaos dans une variante du modèle néoclassique

a) Modèle de croissance néoclassique



b) Modèle avec effet de saturation (Day, 1982)



Pour obtenir une dynamique plus intéressante, nous allons introduire un effet de saturation (ou d'encombrement) dans la fonction de production, de sorte que lorsque le capital par tête augmente, la productivité du travail passe par un maximum  $k_m$  puis diminue pour s'annuler pour la valeur  $k_M$ . La fonction la plus simple possédant cette propriété est, par exemple :

$$(8) \quad f(k_t) = a(k_t)^\alpha (k_M - k_t)^\beta$$

avec  $0 < \alpha < 1$  ;  $0 < \beta$  et  $0 \leq k_t \leq k_M$

Supposons que la constante  $a$  soit telle que le capital par tête qui correspond au maximum  $k_m$  ait une valeur inférieure à la valeur d'équilibre  $k^*$ . La relation entre  $k_t$  et  $k_{t+1}$  a alors la forme décrite dans la figure 10b. Le modèle engendre alors à la fois des cycles de période quelconque et une dynamique chaotique représentée dans la figure 10b.

### *Modèle à générations imbriquées : cycles, chaos et taches solaires*

L'exemple précédent était une adaptation quelque peu ad hoc du modèle de croissance néoclassique. Le suivant (Grandmont [1985]) est plus intéressant, car il illustre la possibilité de cycles dans un modèle d'équilibre général intertemporel walrasien dans lequel les agents ont des anticipations parfaites. Grandmont utilise le modèle d'équilibre général intertemporel à générations imbriquées pour montrer qu'en l'absence de chocs exogènes, l'équilibre général intertemporel est susceptible, sous certaines hypothèses, d'engendrer des cycles de toutes périodes ainsi qu'une dynamique de type chaotique. Ce même modèle a été utilisé par Azariadis [1981] et Azariadis et Guesnerie [1982] pour illustrer le phénomène de taches solaires et de prophéties autoréalisatrices.

Le modèle à générations imbriquées, introduit initialement par Samuelson, distingue deux agents : les « jeunes » et les « vieux ». Les jeunes ont une épargne (monétaire) qu'ils consomment lorsqu'ils sont vieux, l'épargne (la monnaie) leur permettant de répartir leur consommation sur leur cycle de vie. Nous retenons ici la présentation simplifiée développée par Grandmont [1992]. Les jeunes travaillent et épargnent entièrement le fruit de leur travail pour consommer lorsqu'ils sont vieux. Les marchés sont concurrentiels et le salaire réel, égal à la productivité marginale du travail est supposé égal à l'unité (le prix du bien est égal au prix du travail). La maximisation de l'utilité intertemporelle des individus conduit à une relation entre l'offre de travail des individus lorsqu'ils sont jeunes  $n_t$  et leur consommation  $c_{t+1}$  lorsqu'ils sont vieux :

$$(9) \quad v_1(n_t) = v_2(c_{t+1})$$

À l'équilibre, à la période  $t$ , l'offre de travail des jeunes  $n_t$  est égale à la production  $q_t$ , qui est elle-même égale à la consommation des vieux  $c_t$ . Dans l'hypothèse d'anticipations parfaites la consommation future est égale à la production ( $q_{t+1} = c_{t+1}$ ) et, comme la fonction  $v_1$  est croissante (lorsque l'utilité marginale du loisir est décroissante) on peut l'inverser pour obtenir une relation entre la production de la période  $t$  et celle de la période  $(t+1)$  :

$$(10) \quad q_t = \phi(q_{t+1}) = v_1^{-1}[v_2(q_{t+1})]$$

La relation 10 caractérise un équilibre avec anticipations parfaites. Elle est du même type que la relation (1) du deuxième paragraphe, mais la fonction  $\phi$ , n'est pas linéaire. En outre, cette fonction n'est pas nécessairement monotone et inversible, car elle dépend notamment de l'importance de l'effet de substitution intertemporelle relativement à l'effet de revenu. Les deux effets diminuent la consommation future lors d'une hausse du prix de la consommation future, mais leur impact est ambigu sur le loisir (l'effet de substitution l'augmente, l'effet de revenu le diminue). Si l'effet de substitution

domine, la fonction  $\phi$  sera monotone et croissante et il n'existera pas de fluctuations endogènes persistantes. Dans le cas contraire, la fonction  $\phi$  peut avoir la forme indiquée dans la figure 11, et atteindre un maximum pour une valeur  $q_m$  inférieure à la valeur d'équilibre stationnaire.

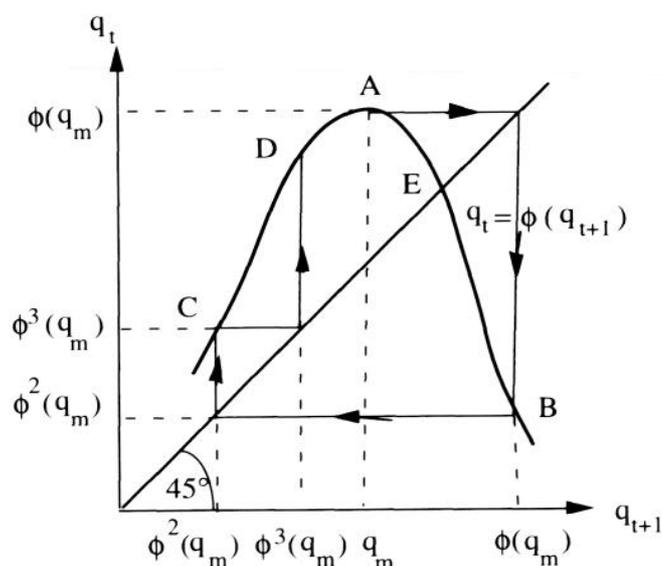
Un équilibre avec anticipations parfaites est caractérisé par une suite infinie ( $q_t$ ). Puisque la fonction  $\phi$  n'est pas inversible, le modèle ne peut être résolu que de façon récursive (en calculant  $q_t$  en fonction de  $q_{t+1}$ ). On remarquera que, moyennant cette inversion du temps, on retrouve le même diagramme que dans le modèle de Day. En outre, sous certaines hypothèses, il existe des cycles de période 3, ce qui assure l'existence de cycles de toute périodicité (théorème de Sarkovskii) et également des dynamiques de type chaotique. En particulier, un cycle de période 3 existe lorsque la fonction  $\phi$  passe par un maximum (A) situé à gauche de l'équilibre stationnaire (E) et lorsque les deuxième et troisième itérations (abscisses des points C et D) sont également situées à gauche du point (A). On voit intuitivement sur la figure 11 qu'en partant d'un point A' situé un peu à gauche du point A, la troisième itération D' peut coïncider avec A'. Grandmont démontre ainsi qu'un modèle d'équilibre général intertemporel peut engendrer des cycles ou des dynamiques de type chaotique en l'absence de tout choc exogène.

En introduisant l'incertitude dans la seconde période, ce type de modèle peut également engendrer des cycles déterminés uniquement par la probabilité que les agents attachent à l'influence d'événements extra-économiques sur le cycle (taches solaires). La relation 9 devient par exemple :

$$(9\text{bis}) \quad v_1(q_t) = E[v_2(q_{t+1})]$$

où E est l'espérance mathématique conditionnelle à l'information disponible à la période t. Comme dans le modèle du paragraphe 3, si les anticipations dépendent d'un phénomène stochastique exogène (taches solaires  $\varepsilon_t$ ), le modèle peut engendrer une infinité de cycles associés à un processus stochastique quelconque ( $\varepsilon_t$ ) de moyenne nulle.

Figure 11 : Cycles et chaos dans un modèle à générations imbriquées



En distinguant deux catégories d'agents, Azariadis et Guesnerie [1982] montrent en outre que des croyances peuvent être autoréalisatrices. Supposons que les agents de la première catégorie croient à une corrélation tâches solaires-cycle de prix et les seconds à une corrélation tâches lunaires-cycle de prix. Azariadis et Guesnerie montrent que ces croyances engendrent un équilibre stationnaire stochastique avec anticipations rationnelles qui les valide statistiquement l'une et l'autre. Les auteurs notent toutefois que la « *coexistence de ces croyances ne résiste qu'à des critères de validation faible et que les deux croyances seraient détruites par les observations d'un économètre sophistiqué et sceptique* ».

### **La théorie des cycles réels ou Robinson Cruséo et les chocs technologiques**

La dernière réincarnation de la théorie des cycles d'équilibre est la théorie des cycles réels. Son succès au cours de ces dernières années s'explique en partie par la méthodologie utilisée et les études empiriques qu'elle a suscité. C'est, à notre avis, le principal apport de cette littérature et, espérons-le, le seul qui restera, si la théorie économique revient quelque peu sur terre. Le lecteur un tant soit peu préoccupé par l'analyse conjoncturelle s'étonnera sans doute que des économistes aient consacré autant de temps à construire des modèles sophistiqués pour expliquer que les fluctuations de l'emploi au cours du cycle sont pleinement volontaires et que ce que certains considèrent comme le malheur des chômeurs, n'est en fait que le reflet de leur goût pour les loisirs.

La théorie des cycles réels considère en effet que le modèle de croissance néoclassique est susceptible, à la fois, d'expliquer la croissance, et les fluctuations économiques. Celles-ci ne résultent pas, comme dans les modèles de déséquilibre, d'un défaut de coordination dû à la rigidité des prix et des salaires à court terme, ni comme dans les modèles d'équilibre à la Lucas, de l'information imparfaite des agents, mais de leur réponse optimale à des chocs technologiques. Les modèles de cycle réels (cf encadré 4) ont leur origine dans l'adaptation par Kydland et Prescott [1982] et Long et Plosser [1983] du modèle de croissance optimale stochastique de Brock et Mirman [1972]. Nous aborderons plus tard les raisons pour lesquelles la théorie des cycles d'équilibre a glissé des chocs nominaux non anticipés à une explication des fluctuations fondée sur les chocs technologiques. Nous commencerons par en décrire les mécanismes avant de revenir sur leur pertinence empirique.

#### *Robinson Cruséo et les chocs technologiques*

Puisque le cycle ne résulte pas d'un problème de coordination entre agents, on peut, à la suite de Plosser [1989], décrire les mécanismes en jeu en considérant un agent représentatif qui est à la fois producteur et consommateur : Robinson Cruséo. Le problème de notre Robinson consiste à

répartir tout au long de sa vie, son temps d'activité et de loisir de façon optimale en réponse aux événements aléatoires qui peuvent survenir dans son île.

Que se passe-t-il si les noix de coco sont plus abondantes aujourd'hui ? Si Robinson ne se préoccupe pas du futur, il peut consommer plus aujourd'hui sans changer sa quantité de travail et son investissement (c'est-à-dire la plantation de noix de coco pour accroître sa consommation future). S'il se préoccupe du futur — c'est-à-dire s'il optimise une fonction d'utilité intertemporelle — sa réaction va dépendre du caractère durable ou transitoire du choc technologique (abondance de noix de coco) et de sa préférence pour le loisir aujourd'hui et le loisir demain.

Si le choc est temporaire, il a intérêt à investir pour consommer plus demain : l'investissement est donc procyclique dans l'île de Robinson. Du côté de l'activité, l'effet du choc temporaire est, en revanche, ambigu. L'augmentation de richesse lui permet de consommer plus aujourd'hui en travaillant moins. Mais il a aussi intérêt à travailler plus aujourd'hui, puisque la cueillette est aisée, et moins demain, où elle sera plus difficile. Si ce second effet (substitution intertemporelle) l'emporte sur le premier (effet revenu), Robinson travaillera plus, consommera plus et investira plus aujourd'hui, afin de consommer plus demain en travaillant moins.

Si le choc était permanent, la réponse de Robinson serait différente. Puisque les noix de coco sont plus abondantes dans le futur, il serait incité à travailler moins et à investir moins, puisque chaque fois qu'il secoue un cocotier il obtient avec le même effort une quantité plus grande de noix.

Ce sont donc les chocs temporaires de productivité qui entraînent dans l'île de Robinson une évolution procyclique de la consommation, de l'investissement et de l'emploi. Le chômage, c'est-à-dire le loisir de Robinson, diminue dans les phases d'expansion et augmente dans les phases de récession. Puisque l'équilibre décentralisé est équivalent à celui d'un planificateur central, l'économie de Robinson décrit tout aussi bien ce qui se passe dans le monde réel. Il reste toutefois trois points délicats :

- la persistance des fluctuations,
- des effets de substitution intertemporelle suffisamment importants pour que l'emploi soit bien procyclique,
- la nature technologique des chocs.

Oublions tout d'abord ce dernier. Pour décrire la persistance des fluctuations, il suffit de prendre en compte les retards d'ajustement et les mécanismes de propagation entre secteurs. Du côté de l'investissement, les délais de construction et de mise en place des nouveaux équipements sont préférables aux coûts d'ajustement des modèles d'équilibre à la Lucas, car ils permettent de préserver la volatilité de l'investissement, si caractéristique du cycle économique. De même la construction de modèles sectoriels permet d'introduire des retards dans la diffusion intersectorielle des chocs et d'accroître la persistance des chocs. Enfin, ces mêmes modèles sectoriels permettent de prendre en compte les délais de réallocation de l'emploi entre

#### 4. Cycles réels : accumulation optimale et chocs technologiques

Le modèle de base est le modèle d'accumulation optimale écrit en temps discret (voir encadré 2 de l'article précédent). Les ménages vivent indéfiniment et maximisent une fonction d'utilité intertemporelle (1) fonction de la consommation  $C_t$  et du loisir  $(1 - N_t)$ . En utilisant l'équivalence entre l'optimum social et l'équilibre décentralisé, le programme d'optimisation s'écrit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Max} \sum_{t=0}^{\infty} \frac{u(C_t, 1 - N_t)}{(1 + \theta)^t} \quad (1) \\ C_t + [K_{t+1} - (1 - \delta)K_t] = Q_t \quad (2) \\ Q_t = \varepsilon_t F(K_t, N_t) \quad (3) \end{array} \right.$$

(2) est l'égalité entre l'offre  $Q_t$  et la demande (consommation et investissement égal à la variation du stock du capital) ; (3) est la fonction de production dans laquelle  $\varepsilon_t$  représente les chocs technologiques (la moyenne de  $\varepsilon_t$  est égale à 1).

A la date  $t$ ,  $K_t$  est donné et la résolution du programme précédent détermine  $Q_t$ ,  $N_t$ ,  $C_t$  et  $K_{t+1}$  en fonction de  $K_t$  et du choc  $\varepsilon_t$ . En remplaçant  $Q_t$  par (3) dans la relation (2) et en notant  $\lambda_t$  le multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte correspondante, les conditions du premier ordre relativement à  $C_t$ ,  $N_t$  et  $K_{t+1}$  s'écrivent respectivement :

$$(4) \quad \frac{\partial U_t}{\partial C_t} = \lambda_t$$

$$(5) \quad \frac{\partial U_t}{\partial (1 - N_t)} = \lambda_t \varepsilon_t \frac{\partial F}{\partial N_t}$$

$$(6) \quad \lambda_{t+1} \left[ \varepsilon_{t+1} \frac{\partial F}{\partial K_{t+1}} + (1 - \delta) \right] = \lambda_t (1 + \theta)$$

Dans l'équilibre concurrentiel, le salaire réel  $w_t$  et le taux d'intérêt réel  $r_t$  (de  $t$  à  $t+1$ ) sont respectivement :

$$(7) \quad w_t = \varepsilon_t \cdot \frac{\partial F}{\partial N_t}$$

$$(8) \quad r_t + \delta = \varepsilon_{t+1} \cdot \frac{\partial F}{\partial K_{t+1}}$$

La résolution des équations (2) à (6) détermine  $Q_t$ ,  $N_t$ ,  $C_t$ ,  $K_{t+1}$ ,  $\lambda_t$  et  $w_t$  et  $r_t$  s'en déduisent par (7) et (8). Le programme n'a de solution analytique que lorsque le capital est entièrement consommé dans l'année ( $\delta = 1$ ) et lorsque les fonctions de production et d'utilité sont log-linéaires, par exemple pour la production (Cobb-Douglas) :

$$(3\text{bis}) \quad q_t = \alpha k_t + (1 - \alpha) n_t + e_t \quad \text{avec } q_t = \text{Log } Q_t ; \dots ; e_t = \text{Log } \varepsilon_t$$

Avec les hypothèses précédentes, l'offre de travail est constante et le capital suit un processus autorégressif du premier ordre :

$$(8) \quad k_{t+1} = \alpha k_t + e_t + b$$

les secteurs en introduisant une autre forme de chômage volontaire. Une dernière méthode consiste à supposer que les chocs technologiques sont déjà eux même autocorrélés ce qui permet, même dans le modèle le plus élémentaire, de retrouver une forme autorégressive du second ordre, du type de celle que nous avons mentionnée en introduction.

La difficulté à reproduire les fluctuations de l'emploi s'explique aisément par les mécanismes en jeu : si l'effet de substitution intertemporelle est faible, les fluctuations de l'emploi — qui rappelons-le, reflètent celles de l'offre de travail — ne sont pas procycliques. Pour qu'elles s'accordent quelque peu avec les fluctuations observées, il faut des effets de substitution biens supérieurs à ceux qui sont généralement obtenus dans les estimations économétriques.

### *Pourquoi privilégier les chocs technologiques ?*

On peut se demander pour quelle raison la théorie des cycles réels attache une telle importance aux chocs technologiques. Dans ce type de modèle, d'autres chocs sont susceptibles d'engendrer des fluctuations des grandeurs réelles. Une raison évidente est, qu'au cours du cycle, la consommation et le chômage (le loisir dans les modèles d'équilibre) évoluent en sens contraire. Or expliquer ce phénomène dans un cadre d'équilibre n'est pas aisé, car si les deux biens sont normaux, une variation du revenu ou de la demande publique va entraîner une évolution de même sens de la consommation et du loisir. Par exemple, une hausse transitoire des dépenses publiques va réduire simultanément la consommation privée et le loisir. Pour que, lors d'une récession, la demande de loisir augmente alors que la demande de biens diminue, il faut que le prix du travail relativement au prix du bien (le salaire réel) diminue. En d'autres termes le salaire réel doit être procyclique. C'est d'ailleurs bien ce que l'on observe au cours du cycle dans les modèles de déséquilibre puisque la hausse du chômage entraîne une baisse du salaire réel lors des récessions (courbe de Phillips).

Que se passerait-il dans les modèles de cycles réels si les chocs résultaient de la demande ? Une réduction de la demande et de la production augmenterait la productivité marginale du travail et le salaire réel augmenterait. La seule façon de réconcilier cette hausse du salaire réel effectif et la baisse de l'offre de travail (l'augmentation du loisir) serait, comme dans les modèles de cycle d'équilibre à la Lucas-Friedman, de supposer que les travailleurs n'anticipent pas la hausse de prix et assimilent la hausse de salaire nominal à une hausse de salaire réel.

Cette difficulté n'apparaît plus lorsque l'origine du choc est technologique : la récession résulte de la diminution de la productivité du travail et la baisse du salaire réel est compatible avec une réduction de l'offre de travail (une hausse du loisir). Ce n'est donc pas un hasard si les modèles d'équilibre privilégient aujourd'hui les chocs technologiques : c'est la seule façon d'engendrer des fluctuations de la production, de la consommation, du salaire réel et de l'emploi compatibles avec l'observation, c'est-à-dire procycliques.

En outre en mesurant des chocs technologiques par le « résidu de Solow » non corrigé des fluctuations dans l'utilisation des facteurs de production, la variable technologique reflète, en fait, la véritable origine des fluctuations économiques : les déséquilibres des marchés.

« Résidu de Solow », chocs technologiques et chocs de demande

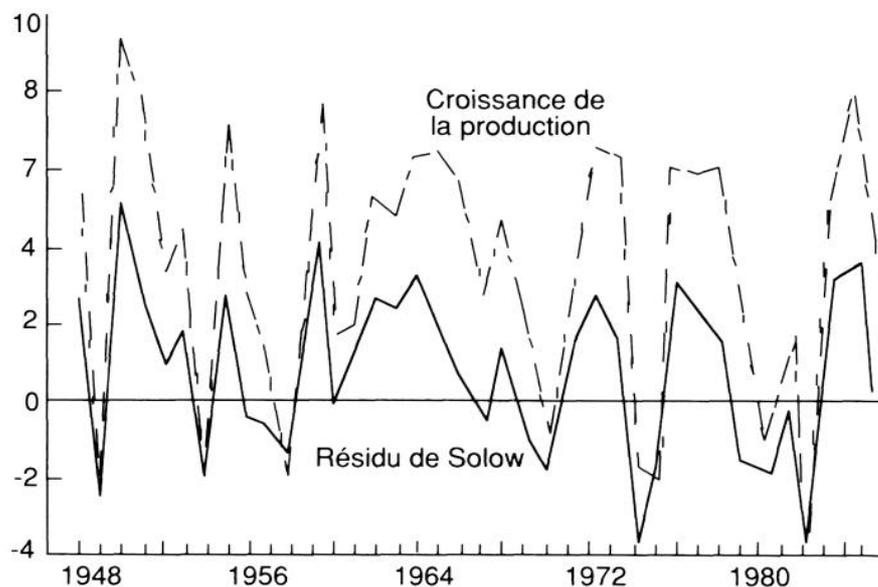
Dans la plupart des modèles, le résidu de Solow est évalué par le résidu (noté  $\gamma_t$ ) de la relation entre le taux de croissance de l'output  $q_t$  et le taux de croissance des inputs capital  $k_t$  et travail  $n_t$ , pondérés par leur part dans la production :

$$q_t = \alpha k_t + (1 - \alpha) n_t + \gamma_t$$

Dans les modèles de croissance équilibrée, le terme  $\gamma_t$  représente le progrès technique exogène et lorsqu'on évalue ce progrès technique, soit on utilise cette relation sur une période suffisamment longue pour éliminer les déséquilibres de court terme (cf l'analyse des facteurs de la croissance dans l'article précédent), soit on corrige le capital et le travail de leur degré d'utilisation. Lorsqu'on ne procède pas à cette correction, le terme  $\gamma_t$  est fortement corrélé au taux de croissance de la production, car il représente en fait la variation du degré d'utilisation du capital et du travail au cours du cycle. Ce degré d'utilisation augmente dans les périodes de boom et diminue dans les récessions en raison des délais d'ajustement du capital et du travail à leur valeur optimale de long terme (cycle de productivité).

La figure 12 montre cette corrélation entre le résidu de Solow et la croissance pour l'économie américaine de 1948 à 1984. Comment expliquer que le progrès technique ait chuté de quatre points lors de la récession induite par le premier choc pétrolier, de deux points par an en 1979 et 1980

Figure 12 : Résidu de Solow et croissance de la production



lors du second choc et à nouveau de quatre points lors de la récession américaine de 1982 ! Quel conjoncturiste ou chef d'entreprise prendrait au sérieux l'idée selon laquelle la récession américaine de 1982 résulta d'une baisse brutale du progrès technique ! Les constructeurs de modèles de cycles réels devraient parfois regarder les enquêtes de conjoncture ou même simplement lire les journaux, comme le suggère Mankiw [1989].

Il n'est guère étonnant qu'un modèle quelconque liant la production, l'emploi et le capital au résidu de Solow ainsi évalué soit à même de décrire le cycle : les déséquilibres des marchés sont presque entièrement résumés par cette variable. Bref, en dehors des avancées méthodologiques comme le calibrage de modèles dynamiques et l'étude de la séparation entre tendances et cycles qu'ont engendré ces réflexions, la littérature sur les cycles réels frise parfois la pure et simple escroquerie.

## **Conclusion**

Que retenir de la littérature sur la théorie des cycles pour la compréhension des évolutions conjoncturelles ? Le lecteur aura compris que nous n'avons guère de goût pour les modèles d'équilibre. Il est vrai que ceux-ci n'ont pas eu d'influence notable sur les analyses conjoncturelles, que celles-ci reposent sur l'utilisation des enquêtes et/ou des modèles économétriques. Les déséquilibres entre l'offre et la demande de biens et de travail résultant des délais avec lesquels s'ajustent les prix, les salaires et les facteurs de production, qui ont depuis de longues années retenu l'attention des économètres, nous paraissent toujours constituer la base de la compréhension de la persistance des fluctuations ; de même que le multiplicateur-accelérateur nous paraît suffire pour comprendre la volatilité de l'investissement au cours du cycle. L'hypothèse d'anticipations rationnelles et ses prolongements (bulles, taches solaires) nous semblent un apport incontestable à la compréhension de la dynamique des marchés financiers ou des marchés de change. La fréquence des observations et le rôle qu'y jouent les anticipations justifie l'hypothèse simplificatrice d'anticipations parfaites qui ne peut résulter en pratique que de mécanismes d'apprentissage.

Quant aux visions mécaniques de cycles qui sont inhérentes à tout modèle simple, elles sont toujours trop simples pour prendre en compte la diversité des chocs qui peuvent affecter une économie. L'expérience des années soixante-dix est instructive : il n'est pas nécessaire de changer de théorie pour comprendre la particularité des chocs d'offre, mais encore faut-il que le modèle qui sert de support à l'analyse soit suffisamment détaillé pour isoler le secteur qui est à l'origine du choc.

Figure 13 : Inflation et chômage (moyenne des sept grands pays industrialisés)

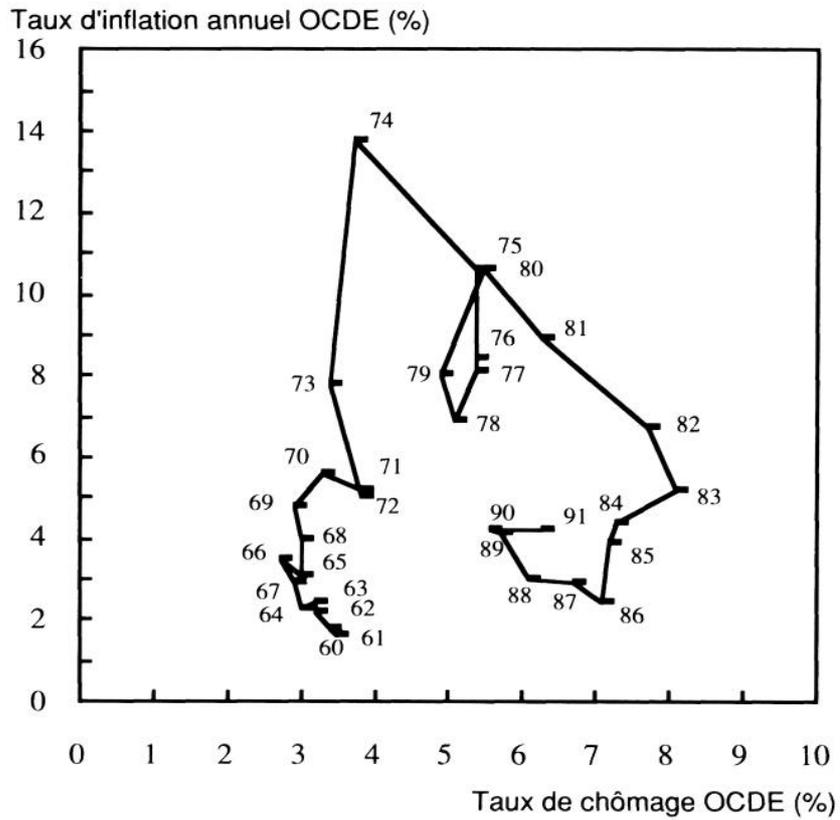
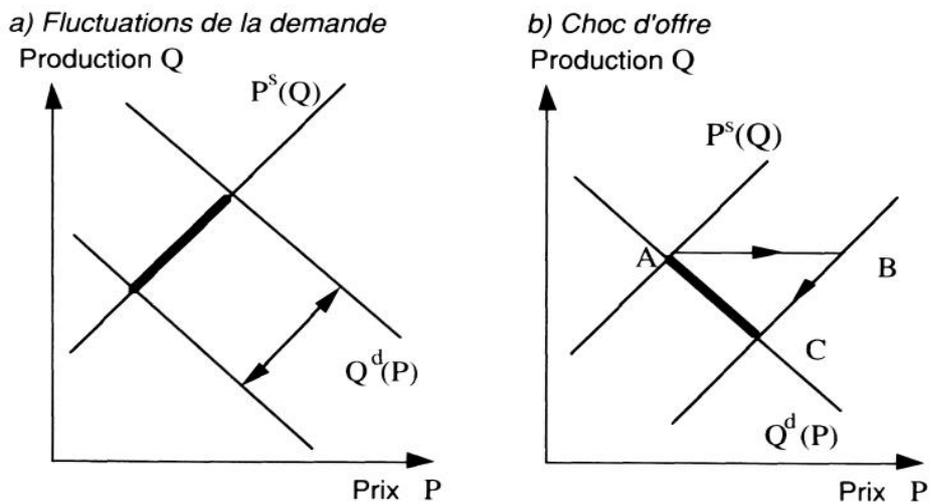


Figure 14 : Fluctuations résultant de chocs d'offre et de demande



La figure 13 rappelle les vicissitudes de la relation inflation-chômage au cours des trente dernières années. Si les cycles ne résultent que des fluctuations de la demande de biens, comme ce fut principalement le cas au cours des années soixante ou à la fin des années quatre-vingt, on observera bien une corrélation négative entre inflation et chômage comme l'illustre la figure 14a. Lorsque les chocs d'offre deviennent le facteur dominant des fluctuations (hausse des salaires au début des années soixante-dix, chocs pétroliers et contre-choc ensuite), le même modèle élémentaire suffit à décrire une corrélation positive et même — en tenant compte des délais d'ajustement de la demande — la forme particulière de la dynamique (figure 14b) : hausse initiale des prix (AB) puis chute de la production (BC).

L'analyse des fluctuations doit d'abord étudier la nature des chocs exogènes qui affectent une économie puis les mécanismes de propagation et de persistance. Les chocs technologiques de la théorie des cycles réels et les mécanismes de propagation qui lui sont associés sont certainement importants pour comprendre les mouvements longs des économies. C'est d'ailleurs ainsi que les interprétait Schumpeter, et les modèles d'équilibre général intertemporels sont incontestablement pertinents pour décrire ces mouvements longs, comme le montrent les réflexions sur la croissance endogène. La théorie des cycles réels serait autrement plus crédible, si elle oubliait le cycle conjoncturel pour se tourner vers l'étude de ces mouvements.

## Références bibliographiques

### **A) Cet article s'inspire des ouvrages :**

BLANCHARD O-J. et FISCHER S., 1989, *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press.

MUET P-A., 1993, *Théories contemporaines de la croissance et du cycle*, Economica-poche, mai.

MUET P-A., 1993, *Théories et modèles de la macroéconomie, "Fluctuations et croissance"*, Tome 2, Economica, septembre.

### **B) Modèles de déséquilibre :**

BLANCHARD O-J. et MUET P-A., 1993, « Competitiveness Through Disinflation: An Assessment of the French Macroeconomic Strategy », *Economic Policy*, 16, avril.

DELEAU M., MALGRANGE P. et MUET P-A., 1981, « Une maquette représentative des modèles macroéconomiques », *Annales de l'INSEE*, n° 42, pp. 53-92.

GOODWIN R-M., 1951, « The Non-Linear Accelerator and the Persistence of Business Cycles », *Econometrica*, 19, pp. 1-17.

GOODWIN R-M., 1967, « A Growth Cycle », in Feinstein (ed.), *Capitalism and Economic Growth*, Cambridge University Press, pp. 54-58.

HICKS J-R., 1950, *A Contribution to the Theory of the Trade Cycle*, Oxford, chapitre VI et appendice.

KALECKI M., 1935, « A Macrodynamics Theory of Business Cycles », *Econometrica*, 3, pp. 327-344.

NERLOVE M., 1958, « Adaptive Expectations and Cobweb Phenomena », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 73.

SAMUELSON P-A., 1939, « Interactions Between the Multiplier Analysis and the Principle of Acceleration », *Review of Economic Statistics*, 21, pp. 75-78.

### **C) Modèles d'équilibre, information imparfaite :**

FRIEDMAN M., 1968, « The Role of Monetary Policy », *American Economic Review*, vol. 58, pp. 1-17.

LUCAS R., 1972, « Expectations and the Neutrality of Money », *Journal of Economic Theory*, 4, pp. 103-124, avril.

LUCAS R., 1975, « An Equilibrium Model of the Business Cycle », *Journal of Political Economy*, 83-(6), reproduit dans R. Lucas Studies in Business Cycle Theory, Blackwell, 1981.

MODIGLIANI F., 1977, « The Monetarist Controversy or, Should We Forsake Stabilization Policies? », *American Economic Review*, vol. 67-2, pp. 1-19, mars.

SARGENT T. et WALLACE N., 1975, « Rational Expectations, the Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule », *Journal of Political Economy*, vol. 83, pp. 241-254, avril.

**D) Chaos, taches solaires et bulles spéculatives :**

AZARIADIS C. et GUESNERIE R., 1982, « Prophéties créatrices et persistance des théories », *Revue Economique*, vol. 33-5, pp.787-806, septembre.

AZARIADIS C., 1981, « Self-Fulfilling Prophecies », *Journal of Economic Theory*, vol. 25-3, pp. 380-396, décembre.

BLANCHARD O-J. et FISCHER S., 1989, « Multiple Equilibria, Bubbles and Stability », *Lectures on Macroeconomics*, chapitre 5, p. 213-274, MIT Press.

DAY R-H., 1982, « Irregular Growth Cycles », *American Economic Review*, vol. 72-3, pp. 406-414, juin.

GRANDMONT J-M., 1985, « On Endogenous Competitive Business Cycles », *Econometrica*, vol. 53-5, pp. 995-1045, septembre.

GRANDMONT J-M., 1992, « Expectations driven non linear business cycle », *Mimeo CEPREMAP*, juin.

**E) Cycles réels :**

BROCK W. et MIRMAN L., 1972, « Optimal Economic Growth and Uncertainty: The Discounted Case », *Journal of Economic Theory*, vol.4, pp. 479-513.

DANTHINE J-P. et DONALDSON J-B., 1993, « Methodological and Empirical Issues in Real Business Cycle Theory », *European Economic Review*, vol. 37-1, pp. 1-35, janvier.

DANTHINE J-P., 1989, « Modélisation des fluctuations conjoncturelles : survol de quelques récents développements », *Recherches Economiques de Louvain*, vol. 55-3, pp. 213-244.

HAIRAULT J-O., 1992, « Présentation et évaluation du courant des cycles réels », *Economie et Prévision*, 106-5, pp. 1-22.

HÉNIN P-Y., 1989, « Une macroéconomie sans monnaie pour les années 90 ? Revue critique des travaux théoriques et empiriques sur les cycles réels », *Revue d'Economie Politique*, vol. 4, pp. 531-596, juillet-août.

KYDLAND F. et PRESCOTT E., 1982, « Time to Build and Aggregate Fluctuations », *Econometrica*, vol. 50, pp. 1345-1370.

LONG J. et PLOSSER C., 1983, « Real Business Cycles », *Journal of Political Economy*, vol. 91, pp.1345-1370.

MANKIW N-G., 1989, « Real Business Cycles: A New Keynesian Perspective », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 3-3, pp. 79-90, été.

McCALLUM B-T., 1989, « Real Business Cycle Models », in *Modern Business Cycle Theory*, chapitre 1, pp. 16-50, R-J. Barro (ed.), Harvard University Press.

PLOSSER C-I., 1989, « Understanding Real Business Cycles », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 3-3, pp. 51-77, été.